

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ**

**РАСТИТЕЛНА ЕКОЛОГИЈА И
ФИТОЦЕНОЛОГИЈА**

ИНТЕРНА СКРИПТА ОД ПРЕДАВАЊА

**Проф. д-р Љупчо Михајлов
Асс. м-р Фиданка Трајкова**

2008 година

РАСТИТЕЛНА ЕКОЛОГИЈА СО ФИТОЦЕНОЛОГИЈА

1. Вовед

Терминот екологија е воведен од германскиот биолог Хегел (Heackel) кој уште во 1866 година афирмирајќи ги идеите на Дарвин поимот **екологија** го дефинирал како наука за проучување на економијата во одгледување на домашни животни, односите на животинските организми спрема надворешната органска и неорганска средина, како и врските меѓу други растителни и животински организми со кој тие стапуваат во директни или индиректни заемни односи.

Оваа дефиниција повеќе се однесува за животинскиот свет, додека за нас секако позначајна е растителната екологија.

Данскиот ботаничар Warming (1896) работел на растителната екологија и издал труд под наслов „Еколошка географија на растенијата” а подоцна и трудот: „Распределување на растенијата под влијание на надворешните фактори“ Од тој период наведениот научник ја има предложено доста раширената класификација за животните форми на растенијата. Тој растителноста на земјината површина ја поделил на четири основни еколошки типови:

1. **хидрофити** - растенија прилагодени за живот во вода;
2. **ксерофити** - растенија кој вегетираат на суви станишта;
3. **мезофити** - растенија кој живеат на повлажни почви и на хумидна клима;
4. **халофити** - растенија кој се адаптирани да живеат на солени почви;

Од тој период, анималната и растителната екологија почнале да се развиваат како самостојни дисциплини иако нивните главни еколошки законитости им се заеднички.

Во 1910 година, на меѓународниот ботанички конгрес во Брисел, екологијата на растенијата била и официјално призната како самостоен дел од ботаниката.

Во овој материјал се прикажани еколошките законитости кој постојат меѓу растителните организми и надворешните фактори на стаништето, во функција на развојот, растот и органската продукција на растенијата.

2. Основни поими во екологијата

2.1. Поим и предмет на изучување на екологијата

Името екологија има грчко потекло од зборовите „**оикос**” – домаќинство, стан, економија (буквален превод) и „**логос**” - наука, знаење.

Stanković (1961), ја дефинира екологијата како:

Биолошка дисциплина која ги проучува взаемните односи меѓу организмите и средината од кои зависи одржувањето на единките и популациите на органските видови и нивните заедници во природата, нивниот распоред и густина на поедини места на Земјината површина начинот на живеење и однесување во конкретни услови

Kovacs (1975) го дефинира предметот на изучување на екологијата како самостојна научна дисциплина :

Меѓусебните односи на организмите, нивните заемни дејства со надворешната средина, квалитативните и квантитативните промени на живата материја, биолошката продукција, како и врската на човекот со живата и неживата материја.

Од овие две дефиниции може да се извлече заклучок дека:

Екологијата е дел од биолошката наука која ги испитува законитостите на многу сложените заемни дејства на **абиотичката и биотичката компонента на животната средина** (Мулев, 2003).

Интересот за оваа научна дисциплина и нејзиното значење во денешно време е многу голем заради се поголемите нарушувања од различен карактер во животната средина.

Интердисциплинарниот карактер на екологијата како биолошка наука произлегува од многубројните допирни точки што оваа наука ги има со повеќе научни области и комплексноста во изучувањето на проблемите.

Зарди споменатите причини во истражувањата од областа на екологијата освен биолозите се вклучуваат и агрономи, шумарски инженери, медицинари, хемичари, технолози и учени и стручњаци од други области.

Генерално екологијата може да се подели на **Аутоекологија** (идиоекологија), дел кој ги проучува односите на одделни растителни видови спрема еколошките фактори на надворешната средина во која живеат и **Синекологија** која ги проучува взаемните односи на цели заедници спрема надворешната средина, меѓусебните односи на членовите на биоценозите, како и законитостите на нивното формирање, одржување, еволуција и нивно пропаѓање.

Делот од Аутоекологијата кој ги проучува растителните заедници се нарекува **Фитоценологија**, на која ќе се посвети повеќе внимание во вториот дел од овој предмет, а кога се работи за проучување на животинските заедници се нарекува **Зооценологија**.

Доколку истражувањата се вршат во целина со сите компоненти, како растителни, така и животински, станува збор за **Биоценологија**, т.е. наука која ги проучува биоценозите во целина.

2.2. Животна средина

Од причини што комплексот на влијанија врз живите организми во нивните места на живеење не се само од нежива природа, туку и од меѓусебните односи на живата природа која ги опкружува, поимот **животна средина** ги подразбира сите фактори комплексно, вклучувајќи ги и живите организми кој како целина си ја формираат животната средина во која наоѓаат се што им е потребно за опстанок, развој и размножување.

Според Pecsí (1979, 1981) **интегрална средина** е делот од пошироко сватената природна средина која во себе содржи два подсистема, и тоа: **екосфера** и **геосфера** како природен дел односно подсистем и преобразен дел од страна на човекот или **техносфера**.

Со екосферата и геосферата човекот како живо суштество и консумент е поврзан, но не учествува во нивното формирање и преобразување. Подсистемот екосфера-геосфера е во тесна врска со општествено-стопанската средина (техносферата), која исто така се расчленува на два подсистеми и тоа

производна (индустрија, аграр) и *социјална* (образование, здравство, судство, безбедност, одбрана и др.)

Во потесна смисла животната средина може да се сфати во зависност од кој аспект и од која научна или стручна област (геогравска,биолошка, медицинска, урбанизам и т.н.) се разгледува.

Во поширока смисла на зборот, под поимот животна средина може да се сфати целокупната биосфера како најголем и најсложен биотички систем, во чии рамки , сите живи организми на различно организационо ниво имаат сопствена животна средина, со свои специфичности.

2.3. Биотоп

Според Stanković (1961) деловите од населениот простор кој се одликуваат со релативно иста комбинација на еколошки фактори се нарекуваат биотопи. Биотопите представуваат основни топографски единици во еколошка смисла, кој се карактеризираат со специфичен комплекс на еколошки фактори и се населени со збир на живи организми односно нивни популации кој се карактеристични за тој биотоп. Биотоп представува на пример едно езеро или река, дабова или друг вид на шума населени со специфични за нив живи организми и со сите свој индивидуални карактеристики. Биотопот како поим не треба да се поиспитува со поимот ареал кој има геогравска содржина и представува вкупен простор во кој се сретнува одреден вид и неговата големина е историски условена. Во рамките на еден ареал можат да се сретнат повеќе различни биотопи во кој живее конкретниот вид, додека во рамките на еден биотоп животните услови не се униформни.

2.4. Организам како елементарен систем на живот

Единки од одреден вид кој се јавуваат во природата и располагаат со сопствени потенцијали и способности кој им се генетски условени се всушност живите организми и представуваат **елементарен биотички систем**. Генетските својства кој не се апсолутно непроменети ги одредуваат основните морфолошки, анатомски и физиолошки карактеристики со кој се разликуваат од другите живи организми, а исто така ја определуваат и динамиката на растот, развојот, периодичноста на развојот, интензитетот на размножувањето, обновувањето и др. До која мера живите организми ќе бидат прилагодени кон бескрајно променливите фактори на живата средина ќе зависи од нивната **еколошка валенца** - поим кој ја изразува амплитудата на варирање на одделните еколошки фактори во чии рамки е можен опстанокот на конкретен вид.

Растителната екологија како наука ги изучува животните процеси на растенијата не во лабораторија, туку во услови на природната средина. Според тоа мора да се предвиди и факторот **компетиција** кој го условува манифестирањето на животните процеси на одделните видови во рамките на растителната заедница.

Според Walter (1970) се разликуваат **физиолошки** и **еколошки оптимум** за животот на растенијата на некое станиште. Физиолошкиот оптимум може да се појави при одсуство на конкуренција, а еколошкиот оптимум е тесно поврзан

со заемните конкурентски односи помеѓу растенијата. Пример за физиолошки оптимум е видови кој растат во чиста култура.

Севкупноста на еколошките фактори кои овозможуваат одреден вид да ги искористи сите погодности кој ги дава едно станиште за нормална егзистенција во поглед на исхраната и просторните можности представува **фундаментална еколошка ниша**.

Конкурентската способност на видовите е многу сложена појава и е детерминирана со целокупноста на морфолошките и физиолошките својства на видовите. Од тие својства најзначајни се : брзината на растење и никнење на изданокот, неговата градба, градбата на кореновиот систем, ритамот на развоток и долговечноста, интензитетот на размножување и обновување, количината на продуцирано семе и начинот на негово распространување а исто така и потребите на растението кон различни фактори на стаништето. Во рамките на природните заедници растителните видови често пати се подложени на меѓусебни хемиски влијанија (алелопатски односи).

Од досега произнесеното може да се заклучи дека екологијата на растенијата како наука има **три објекти на проучување** и тоа :

- **Физиолошките процеси** на растенијата според интензитет и динамика а преку нив органската продукција;
- Анализа на **стаништето** односно условите во кој се одвиваат животните процеси на растенијата;
- Проучување на **анатомско морфолошките специфичности** на растенијата;

Современите еколошки проучувања се одвиваат на **три различни нивоа** и тоа:

1. Изучување на **субклеточни и клеточно ниво (цитоекологија)**;
2. Изучување на ниво на **организам**;
3. Изучување на **ценотичко** ниво;

Цитоекологијата има за цел проучување на промените во градбата на клетката и животните функции кој се одвиваат во неа под влијание на факторите на средината и последиците кои се јавуваат како резултат на тоа врз животните манифестации на организмот како целина.

Организмите се прилагодуваат со целото свое битие. На пример ако растенијата кој живеат под сенка(сенкољубиви) вегетираат во приземниот кат на шумската заедница когае што се заштитени од другите растителни видови од погорните катови. Во тој случај таквото прилагодување се смета за **ценотичко прилагодување**. Ако таа цел се постигне со свиткување на лисните плочи, тогаштоа е **прилагодување на орган**. Додека преместувањето на хлоропластите кон бочните ѕидови на клетката, предизвикано од прекумерно осветлување представува **клеточно прилагодување**.

Денес се смета дека способноста на растенијата да се прилагодат кон високи или ниски температури се должи на способноста на протоплазмата да ги насочи своите активности во најпогоден правец во даден момент. Прашањето за отпорноста на клетките кон различните фактори на надворешната средина , се разгледува и од позиција на молекуларната биологија. Според тоа, разбирливо е дека однесувањето на растителните клетки кон ниските или високи температури или водниот дефицит, не може да се разгледува без да се земе во предвид степенот на отпорноста на белковините во протоплазмата спрема тие фактори.

2.5. Популација

Единките во природата не живеат изолирани една од друга и не можат да се сватат како прост збир на изолирани единки.

Интегрираната група на живи единки од ист вид со збир на заеднички наследни фактори, која припаѓа на некоја заедница во рамките на која единките се поврзани меѓу себе и населуваат одреден простор е позната како **популација**. Секоја популација на некој органски вид представува дискретна динамична единица, но сите тие се карактеризираат со извесен број на основни одлики како што се *бројност, густина, просторна распределба, наталитет и морталитет, возрасна структура* и др.

2.6. Биоценоза

Интегрални заедници од органски видови кој живеат заеднички живот со специфична внатрешна организација на **високо ниво на организираност** базирана на сложени внатрешни односи поврзани со исхраната, размножувањето, конкуренцијата и др. се нарекуваат **биоценози**.

Биоценозата ја представува живата компонента на биотопот на еден екосистем со кој е поврзана многустрано. Целокупниот жив свет во еден биотоп, кој живее заеднички живот формира биоценоза. Така биоценоза формираат сите живи организми кој населуваат едно езеро, река, ливада или бара, вклучувајќи ги во себе и растителните и животинските видови. Ако поодделно се проучуваат растителните или животинските видови тогаш станува збор за **фитоценоза** односно **зооценоза**.

2.7. Сукцесија

Промените во текот на развојот на биоценозата во процесите на смена на едни заедници со други се означуваат како **сукцесија**.

По правило секоја сукцесија започнува со некое оголено место (биолошки простор). На пример после поплави во речните долини се создаваат слоеви од песок; после шумски или степски пожари се создаваат празни простори кои брзо почнуваат да се населуваат со различни организми кој ги нарекуваме како пионерски видови. На тој начин сукцесивно се менуваат различни биоценози, се до формирање на една заедница која ќе биде најдобро прилагодена на постоечките климатски услови таканаречена **климакс заедница**.

2.8. Екосистем

Биоценозата се наоѓа во најтесна врска со биотопот формирајќи една целина од повисок ред - **екосистем**. Според тоа, екосистемот представува интегрална целина која во себе ја вклучува животната заедница (биоценозата) и со неа населениот простор (биотопот) и представува основна еколошка реалност во природата. Биоценозата и биотопот представуваат компоненти на екосистемот кој се поврзани со размената на материјата и енергијата, како и со меѓусебни сложени односи и дејства. Тие само поради методолошки причини при нивната анализа можат да се одвојат еден од друг.

Екосистемот представува основна функционална единица во екологијата која во себе ги вклучува стаништето и животната заедница, и не е статичка творба туку е **динамична** целина бидејќи се заснова на заемните дејства и интеракциите меѓу живите и неживите компоненти.

Кога екологот влегува во шумата или на ливадата, тој го гледа не само тоа што таму се наоѓа, туку и што таму се случува. Тоа значи дека покрај опишувањето на состојбата на стаништето мора да се проучи и да се опише и динамиката на развојот на екосистемот при што екологот го интересираат посебно односите помеѓу **структурата и функцијата**.

Во екосистемот разликуваме три вида на еколошки односи помеѓу неговите компоненти:

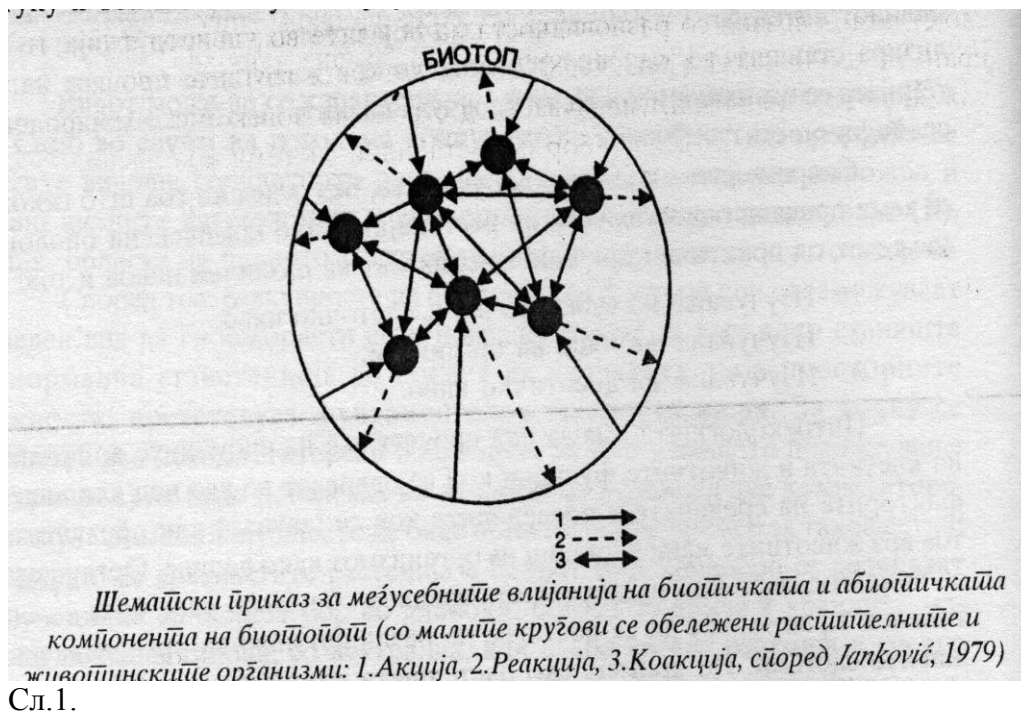
- влијанието на неживата компонента (биотопот) како комплекс на сите еколошки абиотски фактори на некое место влијае врз живата компонента (биоценозата), која е негов составен дел. Ваквите влијанија во екологијата се познати како „**акција**“
- обратното влијание на биоценозата врз биотопот при што биоценозата (живите организми во еден биотоп), делуваат врз обликувањето на еколошките услови врз конкретниот биотоп се означени како „**реакција**“
- заемното влијание помеѓу самите живи организми кое постои во биоценозата се нарекува „**коакција**“

Екосистемите можат да бидат природни, вештачки, прости или сложени, просторно мали или големи. Во однос на бројот на видовите (диверзитет) и единките, можат да бидат екосистеми со голема разновидност на видовата структура и единки, или со мал број на видови и мала бројност на единките од одделни видови.

Групирањето на екосистемите според Balogh (1953,1958), е следново:

- саморегулациони или природни; - управувани од страна на човекот;
- деградирани екосистеми;
- стабилни екосистеми се ако располагаат со голема енергетска резерва (листопадни или иглолисни шуми, тундри и сл.). Лабилните екосистеми под дејство на некој фактор кој имаат спротивно влијание, многу лесно ја губат урамнотежената состојба, со што престанува нивното нормално функционирање. Пример за брзо деградирање се екосистемите на тропските дождовни шуми (Bernath и сор.).
- Група од различни екосистеми од понизок или повисок ред се нарекува **биом** или екосистемски комплекси: тундри, тајги, степи, листопадни и зимзелени шуми. Екосистемските комплекси или биомите пак се групираат во **биоциклуси** или биокомплекси од кој според Danserau (1957), на земјината површина можеме да разликуваме вкупно три: солена вода (мориња и океани, слатка вода (реки и езера) и копно.
- На крај, сите тие заедно представуваат едно врвно единство на неживата и живата природа, односно еден врвен екосистем означен како **биосфера**. Според Gračanin – Ilijanić (1977), биосферата е составена од четири сфери на живот и тоа:

атмосфера, хидросфера, литосфера и педосфера.



2.8.1. Структурни елементи на екосистемите

Од структурен аспект елементите кој го сочинуваат екосистемот според Odum (1959, 1971) можат да се поделат во четири групи :

1. **Продуценти** - *автотрофни* организми кој во најголем дел се представени од зелените растенија;
2. **Консументи** - *хетеротрофни* организми во главно животински (со поголеми димензии) кој консумираат други организми или органски материи;
3. **Разградувачи и хетеротрофни консументи со помали димензии** - овде спаѓаат бактериите, актиномицетите габи, црви, молци и др. кој ги разградуваат изумрените микроорганизми и од нив апсорбираат некој продукти, а за други организми произведуваат приемливи, нискоенергетски материи;
4. **Абиотски материи** - елементите и соединенијата на средината;

Најчесто употребувана е поделбата на организмите во три групи :

- **продуценти** (производители);
- **консументи** (потрошувачи);
- **редуценти** (разградувачи);

2.8.2. Функционални групи на живите организми во екосистемот

Главната компонента на биоценозата е представена со:

Продуцентите во кој спаѓаат зелените **автотрофни** организми (алги, лишай, мхови, папрати и цветници), а во помала мера некои автотрофни бактерии (нитрификациски, сулфурни, железни) кој по фото или хемосинтетски пат создаваат примарна органска материја.

Консументите како што споменавме може да се со помали и поголеми димензии. Големите консументи се **тревојадите (хербивори)**, значително ја

намалуваат примарната продукција и затоа се означени уште и како примарни консументи. Секундарни или консументи од втор ред се **месојадите (карнивори)**, кој во природата ја воспоставуваат природната рамнотежа меѓу примарните продуценти (автотрофните) и примарните консументи (тревојадите). На секундарните консументи се надоврзуваат други месојади т.н. **грабливци** или **суперкарнивори** односно терциерни консументи.

Постојат организми меѓу кои и човекот кој не припаѓаат во ни една алка на трофичниот синџир бидејќи се вклучуваат во повеќе сегменти од синџирот на исхраната.

Паразитските организми исто така можат да бидат вклучени во повеќе точки на трофичниот синџир бидејќи тие еднакво можат да живејат на сметка на примарните продуценти, хербиворите, карниворите, па и на мршките.

2.8.3. Типови на синџири на исхрана

Односите на исхрана во рамките на животните заедници цврсто ги поврзуваат меѓусебе членовите од продуцентите, консументите и редуцентите. Во рамките на овие односи, членовите на биоценозата живеат едни на сметка на други.

Поединечните популации на екосистемот ги формираат алките на трофичниот синџир.

Бројот на членовите во еден трофичен синџир ретко може да биде поголем од 4 - 5, бидејќи за колку е пократок трофичниот синџир за толку поголема количина на енергија ќе биде претворена во жива тежина (биомаса).

Трофичките нивоа т.с. поврзаноста на популациите во трофичкиот синџир можат да бидат *ограничени, специфични и испреплетени, односно мрежовидни (полувалентни)*.

Во каква форма ќе се јават, зависи од: *бројот на трофичките нивоа, од видовата разновидност, големината на популациите и нивната еколошка валенца, од просторната структура на екосистемот, староста, можностите за исхрана и размерите на човечката вмешаност.*

Во зависност од односите помеѓу трофичките нивоа (продуценти, консументи, редуценти) синџирите на исхрана во биоценозата можат да се поделат во три основни групи и тоа:

1. *Синџир на грабливци* (предаторски синџири на исхрана). Во овој трофички синџир *првата алка* ја сочинуваат *зелените автотрофни растенија*. Врската е еднострана бидејќи растението може да биде консумирано, а не може да консумира (со исклучок на инсектоворните растенија). Овие растенија можат да се наречат уште и карнивори бидејќи се хранат не само со инсекти, туку ако се хидрофити се хранат и со други видови хетеротрофни организми (риби ракови и сл.) со цел да го надоместат недостатокот од азот во средината. Од карниворните растенија познати се:

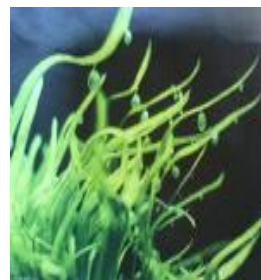
- *Drosera rotundifolia*
- *Pinguicula vulgaris*
- *Urticularia*



Drosera rotundifolia



Pinguicula vulgaris



Urticularia

Кај првиот вид листовите имаат израстоци во форма на пипци (тентакли), кои на допир се свиткуваат. При доаѓањето на животното на листот, тентаклите го фаќаат и тоа останува заробено. Листот лачи ферменти кои делуваат на животното и на тој начин растението ги користи хранливите материи од него.

Кај *Pinguicula vulgaris* долните листови се долгнавести и свиткани во форма на чамец. Тие на површината се лепливи, така што животните кој ќе доспеат на листот, остануваат на него залепени, потоа се разложуваат, а нивните сокови растението ги впива.

Кај воденото растение *Urticularia* подводните листови се метаморфозирани во специјални меурести комори кои служат за фаќање и варење на животните. На нив постои отвор со капак кој дозволува влез во комората, но го оневозможува излегувањето од неа. Тоа претставува вистинска стапица.

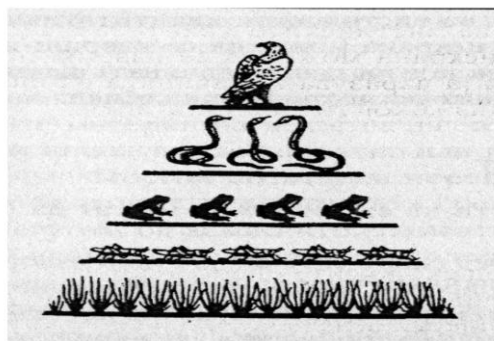
Карнивормите растенија се снабдуваат со минерални елементи и тоа пред се со азот, фосфор и сулфур од разложените органски остатоци од пленот, а донекаде и покрај фотосинтетската продукција и со одредени соединенија на јаглеродот. Веднаш по фаќањето на пленот, растението почнува да лачи ензими, протеази, фосфатази, липази и др. кои овозможуваат разградување на органската материја на пленот. Разложувањето го помагаат и забрзуваат хидролитичките ензими излачени од симбиотските микроорганизми кои живеат во дигестивната течност во апаратите за фаќање. Разложените соединенија со неопходните елементи за растението, потоа ги впива со апсорпциските влакненца.

Со оглед на ваквиот начин на задоволување на потребите за неопходните минерални материи, карнивормите растенија имаат слабо развиен коренов систем и метаморфозирана градба на листовите.

Втората алка од синцирот се *фитофагните животински организми (хербивори)* кои можат да консумираат и да бидат консумирани, што значи врската во трофичниот синцир е двострана

Третата алка, ја претставуваат *месојадните, односно грабливците* кои исто така имаат двострана врска, а за нив можат да се надоврзат со посебни алки во трофичниот синцир грабливци со поголема телесна маса.

Во трофичните нивоа кои се надоврзуваат еден врз друг, бројот на видовите и единките одејќи кон крајот на синцирот на исхрана се намалува, а во истиот правец телесната големина на животните се зголемува. Таков тип на трофичен синцир на пример претставува односите во исхраната помеѓу: растителен лист > лисна вошка>бубамара>птица пејачка> граблива птица.



Сл.2.

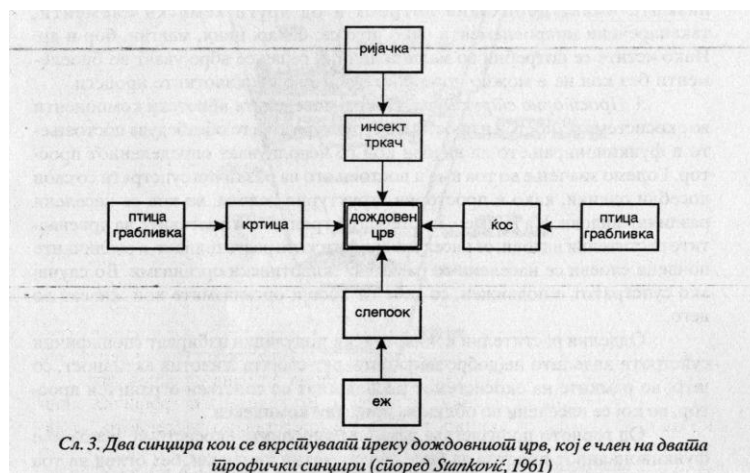
2. *Паразитски синџири на исхрана* - Во овој трофички синџир на исхрана на првата алка од синџирот со која е претставено растението, се надоврзува хербиворно животно, а наредната алка ја претставуваат паразитите кој живеат на сметка на хербиворното животно. За разлика од претходната група овде *големината на животните одејки кон крајот на трофичниот синџир се намалува, а бројноста се зголемува.*

Како пример за ваков тип на односи во исхраната може да ни послужи поврзаноста помеѓу : ливадски тревни>тревоворни животни>паразити на тревоворните животни (пр. крлежи).

3. *Сапробни синџири на исхрана* - Во овој тип на трофички однос, првата алка од синџирот на исхрана е претставена со мртва органска материја, втората алка ја завземаат ситни инсекти кој се хранат со мртвата органска материја, додека третата алка во синџирот на исхраната, ја заземаат бактериите разградувачи.

Како пример за ваков тип на односи во исхраната може да ни послужи шумската простирка>акарини>бактерии кој ги разградуваат хитинските материи

Поголемиот дел од потрошувачите не се ограничуваат на еден единствен вид на исхрана, тие мораат да учествуваат во поголем број трофички синџири. Покрај тоа, голем број на животински видови го менуваат својот режим на исхрана со возраста, годишната сезона, количината на храна која стои на располагање. Со тоа, синџирите на исхрана во една биоценоза се поврзуваат меѓусебе, се вкрстуваат и испреплетуваат. Така, сликата за односите на исхрана во заедницата, станува многу сложена (Сл. 3).



Сл. 3

2.8.4. Абиотска компонента на екосистемот

Абиотските структурни компоненти на екосистемот можат да се поделат во три групи и тоа:

1. *Радијациона енергија* - Скоро сите енергетски извори кој постојат на Земјата (јаглен, нафта, природен земјен гас, а посредно и хидроенергијата), со исклучок на атомската енергија, на некој начин потекнуваат од сончевата радијација. Таа е во суштина поттикнувач и движечка сила на животот и неговото обстојување, енергетска база на биоценозите и екосистемот и фактор на органската синтеза која се одвива во растителните организми.

2. *Неоргански материи* - Од нив најзначајна е водата која е и хранлива материја за организмите а воедно и внатрешна средина која обезбедува хидрична состојба (хидратура).

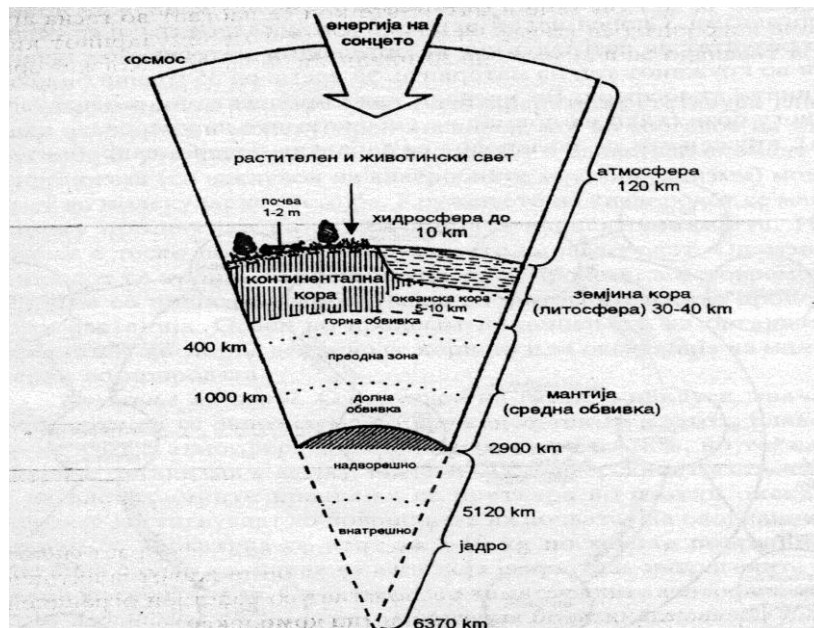
Во оваа група можеме да ги вклучиме и гасовите како што се CO_2 и молекуларниот кислород неопходни за асимилациски и дисимилациски процеси. Секој жив организам има потреба од посебни минерални материи како што се азотот, фосфорот, сулфурот кој се неопходни за синтеза на белковини и други хемиски елементи потребни за организација на клетките на живите организми. Значајна улога во размената на материите имаат **макробиоеlementите** натриум, калиум, калциум магнезиумот и железото. Биоелементите без кој не е можно нормалното одвивање на животните процеси кој се неопходни во мали количини се бакарот, цинкот, борот, манганот и др. и се нарекуваат **микроелементи**.

3. *Просторна структура*. Во екосистемот просторната структура го обезбедува постоењето и функционирањето на видови кој го исполнуваат одредениот простор. Во просторната структура од големо значење се различните супстрати. На пример различните почвени слоеви се населени со различни животински организми. Во случај ако супстратот е подвижен, со себе ги носи и организмите кој живеат во него.

Одделни растителни и животински популации избираат специфични супстрати кој што најдобро ќе ја остварат својата животна активност, со што, во рамките на екосистемот располагаат со сопствен ограничен простор во кој се населени во облик на **животни комплекси**.

2.9. Биосфера - организираност и функционирање

Биосферата е вкупниот простор на планетата земја во кој егзистира животот. Името биосфера го вовел австрискиот геолог Eduard Suess, додека рускиот геохимичар (Vernadski, 1929, 1945), прв укажал дека значајниот дел на атмосферата и неговите главни составни елементи како што се кислородот и јаглеродниот диоксид имаат органско потекло.



Сл.4. Граници на составните компоненти на биосферата

Границите на биосферата, во кој животот е поинтензивен, не се рамномерни. Над површината на Земјата интензивниот живот достигнува до околу 5000 метри височина, во длабочината на морињата до 4000 метри, додека во педосферата интензивниот живот се забележува до длабочина од околу 5 - 10 метри. Надвор од наведените граници постои живот, но неговиот интензитет е значително намален.

Некои мовови на Хималаите можат да се сретнат и до 6000 метри надморска височина, на Андите од 6500 до 7000 метри се среќаваат некои лишаи, додека разни спори и поленов прав можат да се сретнат и на поголеми надморски височини. Голем број единки од повеќе видови, погодено место за живеење наоѓаат на дното од морињата кога просечната длабочина изнесува околу 4000 метри.

Општо речено биосферата е најкрупен систем во смисла на сложеноста и самоорганизираноста низ која протекува енергијата од примарниот извор - Сонцето, или систем во кој континуирано се остварува кружење на материјата и протек на енергијата.

2.9.1. Кружење на материите во биосферата

Во кружниот тек, хемиските елементи на геохемиската средина доаѓаат во живите организми, па повторно се враќаат во неживата средина и овој процес постојано се повторува. Циркулацијата на хемиските елементи има кружен тек и го опфаќа, како живиот, така и неживиот дел од екосистемите. Таквите циклуси во екологијата се познати како **биогеохемиски циклуси**.

Од хемиските елементи кој се наоѓаат во биотопот, само околу 40 елементи учествуваат во изградбата на живите организми во вид на соединенија кој се растворливи во вода и се означени како есенцијални, или **биоелементи**. Главните структурни елементи на живата материја (*кислород, јаглерод, азот, фосфор, водород и сулфур*) во атмосферата се наоѓаат во гасна состојба со

исклучок на *фосфорот*. По изумирањето на живите организми 97 - 98 % од нивните атоми се претвораат повторно во гасна агрегатна состојба.

Биогенетските циклуси можат да се групираат во две групи: **гасни** циклуси и **седиментациони** циклуси.

Гасни циклуси - Се многу поизедначени за разлика од другите биогеохемиски циклуси, и главен резервоар за елементите кои учествуваат во овие циклуси е атмосферата. Иако во вкупниот број на есенцијални елементи партиципираат само со 10 %, сепак живата материја (протоплазмата), скоро 97% е изградена од нив.

Кружење на јаглерод. За синтеза на органската материја на живите организми, извори на јаглерод се :

- атмосферскиот CO_2 и
- растворениот CO_2 во хидросферата.

Познато е дека земјината вегетација годишно по пат на фотосинтеза врзува 1/35 - ти дел од CO_2 кој што се наоѓа во атмосферата.

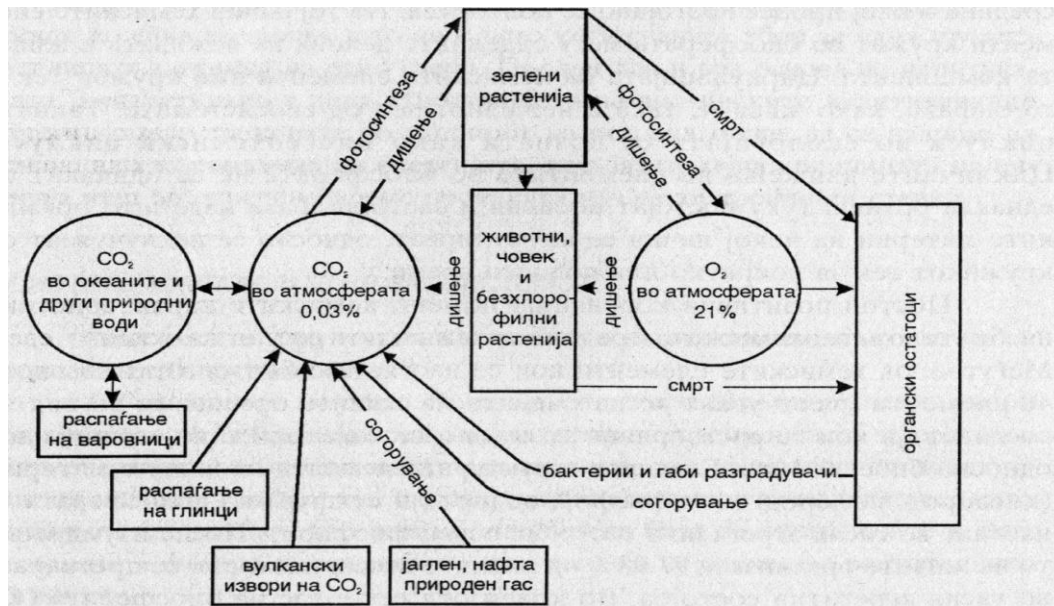
Во почетокот на фотосинтетскиот процес се образуваат јаглехидратни соединенија кои во понатамошната синтеза се преобразуваат во белковини, масти и други органски соединенија. Растителните органски материи кои содржат јаглерод, непосредно или посредно стигнуваат во телата на животинските организми, а истовремено секој жив организам дише и во околината издвојува јаглерод во форма на CO_2 .

Мртвите органски материи како резултат на активноста на редуцентите се минерализираат, односно водородот и јаглеродот како составен дел на органската материја се ослободуваат како крајни продукти во форма на јаглерод диоксид и вода, и тој повторно се враќа во јаглеродниот циклус.

Како последица на вулканските ерупции, голема количина на CO_2 доаѓа во атмосферата. Меѓутоа, најголемиот дел на CO_2 во атмосферата се ослободува како резултат на активноста на почвените организми.

Во почви со анаеробни услови и голема концентрација на водородни јони, процесите на разградување можат да бидат во потполност спречени. Ако разградувањето е спречено за повеќе милиони години, од органските остатоци се формира јаглен и нафта кои претставуваат фосилни биогени енергогени материи.

Со нивното искористување односно горење, јаглеродот повторно се враќа во атмосферата во форма на CO_2 односно CO , а понекогаш и после 100 милиони години. Јаглеродниот кружен тек затајува и во хидросферата, каде јаглеродниот диоксид се претвора во калциев карбонат кој се таложи. Сепак, тој повторно може да биде ослободен во форма на јаглероден диоксид под влијание на хемиските и биолошките процеси кој се одвиваат во хидросферата.

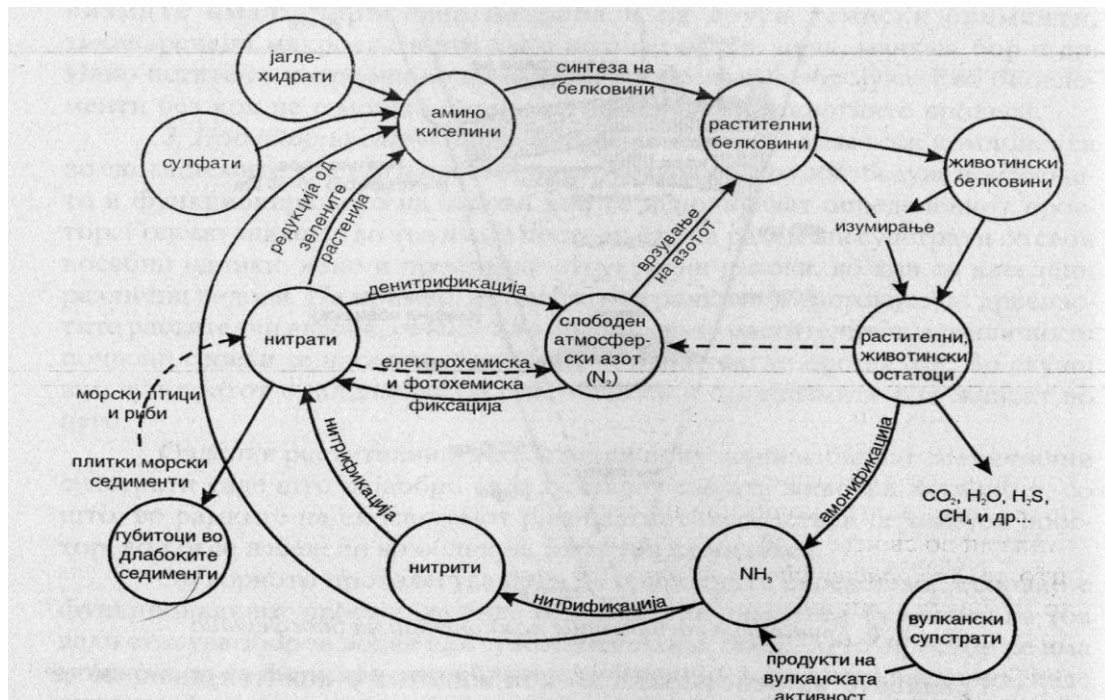


Сл. 5. Кружење на јаглеродот и кислородот (Според Szabo, 1986)

Кружење на кислородот - Атмосферата претставува главен резервоар на слободен - молекуларен кислород, кој во составот на атмосферскиот воздух учествува со 21%. Кислородот е единствен елемент кој живите организми (со исклучок на анаеробните микроорганизми) можат да го примаат во молекуларна состојба. Кружењето на кислородот се манифестира преку процесите на асимилација и дисимилација. Неговото кружење е тесно поврзано со кружењето на јаглеродот. Од атмосферата кислородот се троши во дисимилациските процеси, а истовремено се надополнува со негово ослободување во фотосинтетските процеси на зелените растенија. Освен во процесот на дишење на организмите, атмосферскиот кислород делумно се користи и за оксидација на минералните материи во природата.

Кружење на азот - Главен резервоар на азот е атмосферата во која е застапен со 78%, но тој како таков за живите организми е малку значаен.

Атмосферскиот азот, како резултат на електричните празнења се претвора во азотни оксиди кои со дождовите достигнуваат до површината на почвата. На овој начин, почвата се збогатува со азот за 5-10 kg по хектар површина. Со активноста на слободните азотофиксатори од родовите *Azotobacter*, *Azotomonas*, *Bradorhizobium* и др. кој живеат во симбиотски односи на кореновите влакненца од легуминозните растенија почвата може да се збогати и до 100 kg/ha. годишно. Азотот кој е вграден во органската маса на живите организми по нивното изумирање се ослободува по пат на минерализација од страна на микроорганизмите.



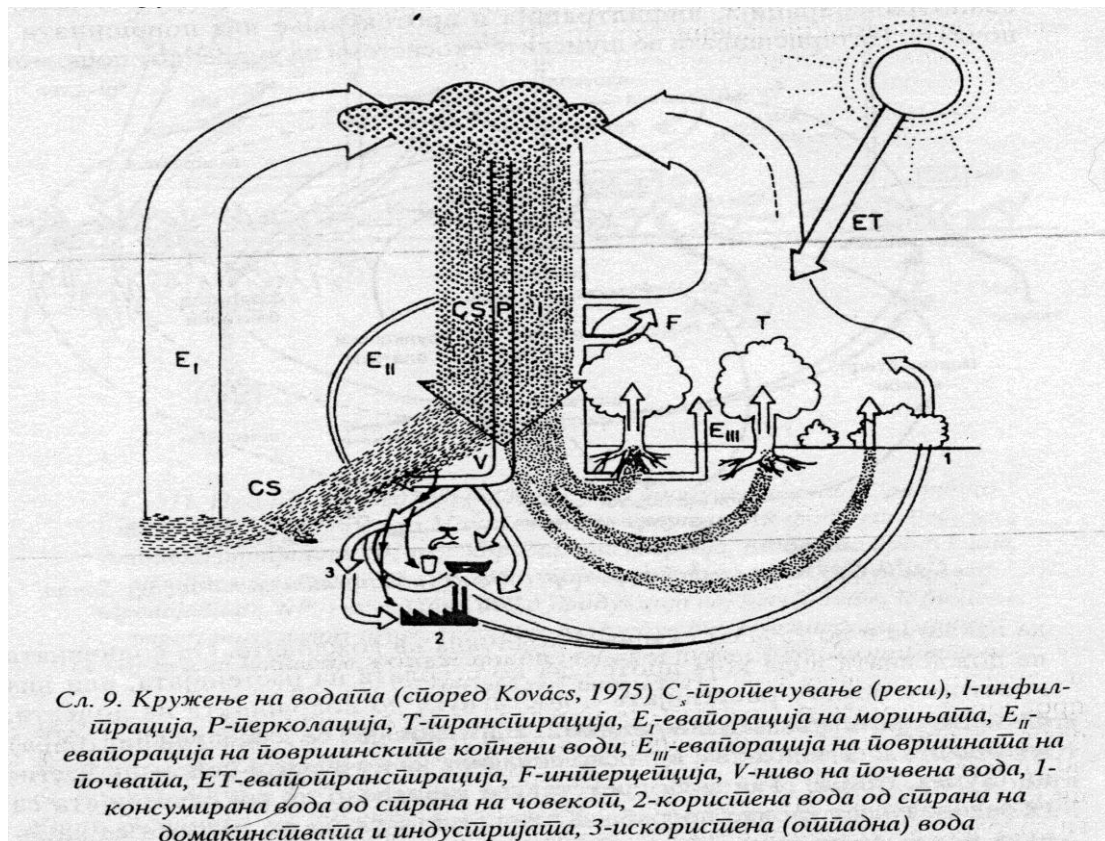
Сл. 6. Кружење на азотот (Според Szabo, 1986)

Кружење на водата - Водата претставува основен услов за постоење на живот, не само поради тоа што претставува извор на водород кој е неопходен за синтеза на примарните органски материи (фотолиза на водата во фотосинтетскиот процес) и кислород во атмосферата, туку како надворешен и внатрешен медиум на живите организми, односно клетките каде што се одвиваат целокупните биолошки и физиолошки процеси.

Дејството на сончевата топлотна енергија и последиците кои произлегуваат од тоа (распределба на врнежите во климатските зони, атмосферски и почвени форми на вода, потоци, реки итн.), поврзани со глобалното кружење на водата, веќе се познати како метеоролошки и хидролошки процеси кои го регулираат кружењето на водата на планетата Земја. Од аспект на екосистемите поголемо значење имаат појавите:

- *задржување на дождовната вода врз растителните орган и нејзино враќање преку испарување назад во атмосферата (интерцепција);*
- *процедување (перколација);*
- *евапотранспирација;*
- *инфилтрација и протекување низ површината на почвата;*

Интерцепцијата во шумските системи на умерениот појас може да изнесува и до 25% од вкупната количина на дождовите. Од количината на дождовната вода која протечува низ растенијата и достигнува до површината на почвата, еден дел протекнува над површината, а другиот дел се впира, инфилтрира во почвата и се задржува, односно складира на почвените колоидни честички (хумус, глина). Таа вода претставува резервоар од кој растенијата си ги задоволуваат своите потреби. Количината на вода во почвата се намалува како резултат на површинското испарување и транспирација. Еден дел од водата се процедува, особено во почви со лабилна структура, а заедно со неа ги носи јонските и молекуларните диспергирани честички се до подпочвената вода.



Сл. 7

Во кружниот тек на водата во екосистемите, големо значење има евапотранспирацијата, преку која голема количина на водата се враќа во атмосферата. Транспирацијата кај растенијата обично е поголема ако снабденоста на почвата со вода е задоволителна.

Седиментациони циклуси - Во споредба со гасните циклуси, седиментационите циклуси се понерамномерни и непотполни. Бидејќи елементите се складираат (задржуваат) во седиментациони супстрати, нивната рециклација е отежната и забавена.

Кружење на фосфорот - Големи резервоари од фосфор на Земјата се наоѓаат делумно во седиментните супстрати, фосфорни депоа како и фосфорни наслаги на гуано (бреговите на Чиле, Перу, Мексико), а делумно и на големи длабочини во форма на апатит (Норвешка, Канада).

Од наведените резервоари фосфорот се ослободува по пат на природна ерозија, со експлоатација на рудниците и користење на вештачки фосфорни ѓубрива. Ваквиот ослободен фосфор во форма на фосфати, го користат растенијата кои го вградуваат во својата ДНК, како и во соединенијата кои се богати со енергија (АДФ, АТФ). Од растителните видови, фосфорот преку синџирот на исхрана достигнува до сите членови на биоценозата. После разградувањето на органската маса во минерализирана форма, фосфорот повторно се враќа во почвата, со што продолжува кружниот тек, почва-растение и обратно.

Кружење на сулфурот- Сулфурот претставува структурен елемент на белковините. Негов примарен извор е почвата во која како приемлива форма (сулфат, сулфид) доаѓа со разградување на пиритот и халкопиритот. Од почвата растителните организми го вклучуваат во кружниот тек на материите кој се одвива во екосистемите.

По микробиолошкото разградување на мртвата органска материја (сулфурводород), со нивната минерализација се добива елементарен сулфур кој се оксидира во сулфурна киселина, која понатаму формира сулфати.

Во сулфурниот циклус спаѓа и сулфурниот диоксид кој се наоѓа во атмосферскиот воздух. Тој од индустриските реони со дождовните води се враќа на копното предизвикувајќи штети на почвата, водата, живиот свет, па и на градежните објекти.

2.9.2. Протек на енергијата во биосферата

За време на протекот на енергија во екосистемот на секое трофично ниво се издвојува топлотна енергија што значи, од почетниот член во трофичниот синџир кон крајниот член, се остварува загуба на енергија. Врз основа на испитувања вршени во различни екосистеми, а во врска со протекот на енергијата, потврдено е дека **на секое трофично ниво загубата на топлотната енергија варира од 60 - 90%**. Енергетската искористливост е најголема кај тревојадите (herbivora). Глобално земено просечно кај повеќето екосистеми, по трофично ниво вредноста на искористување на енергијата се намалува за 10%. Тоа значи дека ако зелените растенија дневно на m^2 апсорбираат 6280 kJ, тогаш би можело да се смета на 62.8 kJ нето растителна продукција. Од оваа продукција тревојадните животни искористуваат 6.28 kJ, месојадните (carnivora) искористуваат 0.628 kJ.

Патот на протекот на енергијата во екосистемот може да се подели на повеќе делови. Во почетокот, зрачната сончева енергија влегува во екосистемот главно како светлосна енергија. Од таа енергија околу 50 % ја апсорбираат хлоропластните пигменти на зелените растенија. Под дејство на светлосните квантуми, и молекулите на хлорофилот се предизвикува фотолиза на водата. Ослободениот водород од водата врши редукција на јаглеродниот диоксид до ниво на јаглехидрати (прости шеќери, скроб) и други органски материи (аминокиселини), кои претставуваат хемиска енергија на ниво на продуцентите, која понатаму се користи во другите нивоа на трофичниот синџир во екосистемот.

Со помош на светлосната енергија, копнената вегетација и растителноста на хидросферата годишно врзуваат околу 5×10^{10} тони јаглерод, количина која пресметана во енергија изнесува 21×10^{17} kJ. Меѓутоа **од вкупната пристигната енергија до Земјата само 1,0% се апсорбира по пат на фотосинтеза и се преобразува во хемиска енергија, што значи, само толку е просечната искористеност на сончевата енергија од земјината вегетација.**

3.6. Температурата како еколошки фактор

Температурата е општ еколошки и физиолошки фактор кој поставува релативно тесни граници на живот, кој сепак се многу различни за пооделните видови, популации, заедници и екосистеми. Надвор од тие граници не постои живот. Ако животот го представиме графички во функција на температурата, тогаш, апсолутниот еколошки минимум би лежел на температура од -270°C , а апсолутниот максимум на 100°C . Некој посебни растенија (криптограми) не гинат ниту на температура од -270°C , но сигурно е дека на таа температура не покажуваат никакви животни манифестации.

Сепак температурните граници на живот се во многу потесни граници, па така најголем дел од васкуларните копнени растенија вегетираат во температурни интервали од $0 - 50^{\circ}\text{C}$, а многу поретко надвор од овие граници (пример *Larix* во Сибир вегетира и на -70°C).

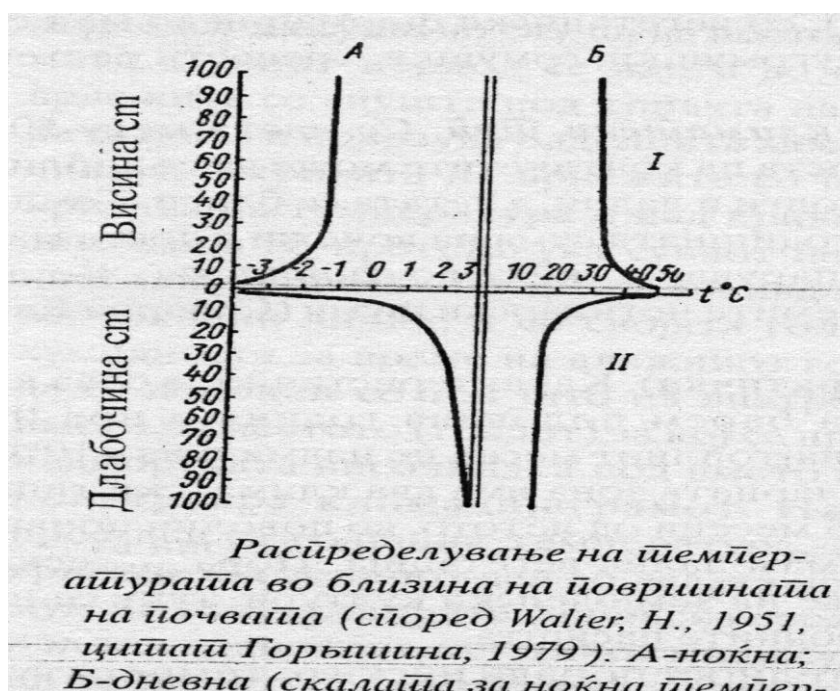


Сл.6. *Larix decidua*

Најшироки температурни амплитуди поднесуваат нижите организми како што се бактериите и алгите. Долните температурни граници особено се ниски кај растенијата кој можат да живеат подолго време во стадиум на мирување(анабиоза), како што се семињата, спорите и др. Рускиот микробиолог Омељанскиј, изолирал и вратил во живот микроорганизам од сурлата на мамутот која илјадници години се наоѓала во смрзната состојба. Над 50°C кај вишите растенија се забележуваат промени и тие пропаѓаат. Некои пустински растенија поднесуваат температура од $60 - 70^{\circ}\text{C}$, модрозелените алги од $70 - 90^{\circ}\text{C}$ и т.н.

Формирањето на температурните услови кој владеат на Земјата во основа се резултат на сончевото зрачење, како и својствата на земјината површина и атмосферата.

Големата количина на сончева енергија која паѓа на земјината површина се апсорбира од истата и на тој начин таа се загрева. Така зрачната енергија сепретвора во топлотна, и ја загрева земјината површина и подлабоките слоеви на Земјата, како и воздушните слоеви на атмосферата.



Сл.7.

Што се однесува до распоредот на температурата на Земјината површина, се забележуваат големи разлики одејќи од половите кон екваторот. На половите температурата е најниска а на екваторот највисока и тоа земајќи ги во предвид не само минималните и максималните температури туку и годишните температурни суми.

Таб.1. Максимални и минимални средни годишни температура од половите кон екваторот (по Koppen –Wegner, цитат Janković 1979)

Географска широчина								
80	60	40	20	0	-20	-40	-60	-80
Максимална средна годишна температура (°C)								
-10	8	17	29	28	25	14	1	-12
Минимална средна годишна температура (°C)								
-19	-8	10	23	25	18	9	6	-9

Освен хоризонтално зонирање на температурата, постои и висинско кое е во врска со зголемувањето на надморската височина. Може да се каже дека за секој степен географска ширина, средната годишна температура се намалува за 0,5°C, а на секои 100 m. надморска височина, се намалува за 0,5°C (Шењиков, 1950).

Ваквите ширински и висински зонирања на температурните услови на Земјата, се во врска со хоризонталното и вертикалното зонирање на различни типови вегетации, прилагодени на одредени климатски типови.

3.7. Физиолошко и еколошко значење на температурата за развојот, растот и органската продукција

Температурата е биоген еколошки фактор, и за сите растителни видови, подвидови, вариетети и чисти линии постојат критични максимални и минимални температури при кои гинат цели растенија или одделни органи. Така на пример *Bellis perenis* и *Primula vulgaris* презимуваат во смрзната состојба и кога ќе се стопи снегот тие цветаат.



Сл.8 *Bellis perenis*



Primula vulgaris

Nicotiana tabacum угинува на +2-3°C, африканската љубичица пропаѓа на +10°C. Во поглед на ниските температура нашите културни растенија се доста осетливи. Минимална температура за пченицата и 'ржта е од - 14°C до - 20°C, детелината гине на - 10°C, леќата од -5 до -6°C, компирот - 3 до -6°C, компирот од -3 до -6°C, тиквата на - 1,5. Многу поотпорни на ниски температура се некои наши овошни дрвја како што се сливата (-20 °C до -38 °C), крушата и јаболкото (-38 °C до -40 °C). Критичниот минимум зависи од состојбата, односно од фазниот развој на растението. Пупките кој мируваат поднесуваат многу пониски температури отколку растенијата во фаза на цветање и носење на плодот. Истото важи и за високите температури.

3.7.1. Влијание на температурита врз 'ртењето на семињата

За 'ртењето на семињата кај различните растителни видови, постојат температурни минимуми, максимуми и оптимуми. Ако се засее семе од пченка во влажна почва со температура од 5 °C, тоа ќе набабри, но нема да 'рти. Во истата почва на оваа температура семе од пченица или јачмен ќе из'рти. За 'ртењето на пченката потребно е почвената температура да е над 10 °C. Во умерените климатски зони, минималните температура за 'ртењето на семињата од житата варираат од - 5 до 0 °C, оптималните од 0 - 25°C, а максималните околу 30°C. Тропските растенија како што се орхидеите, кактусовите, палми, 'ртат само на температура од 30 °C. Медитеранските видови честопати 'ртат во зима при пониска температура бидејќи во тој временски период имаат на располагање соодветна количина на вода во почвата.

3.7.2. Влијание на температурата врз растот на растенијата

Слично на другите фази од развојот на растенијата, и за растот постојат температурни минимуми, максимуми и оптимуми, кои за одделните растителни видови се специфични. Според податоците на Кларк (цитат Грачанин - Илијанич 1977), дневниот прираст (елонгацијата) на хипокотилот на грашокот (*Pisum sativum*) на различни температури е следниот :

Таб.2.

Температура °C	Дневен прираст во mm
14,1	5
18,0	8
23,5	30
26,6	54
28,5	40
33,5	23
36,5	9



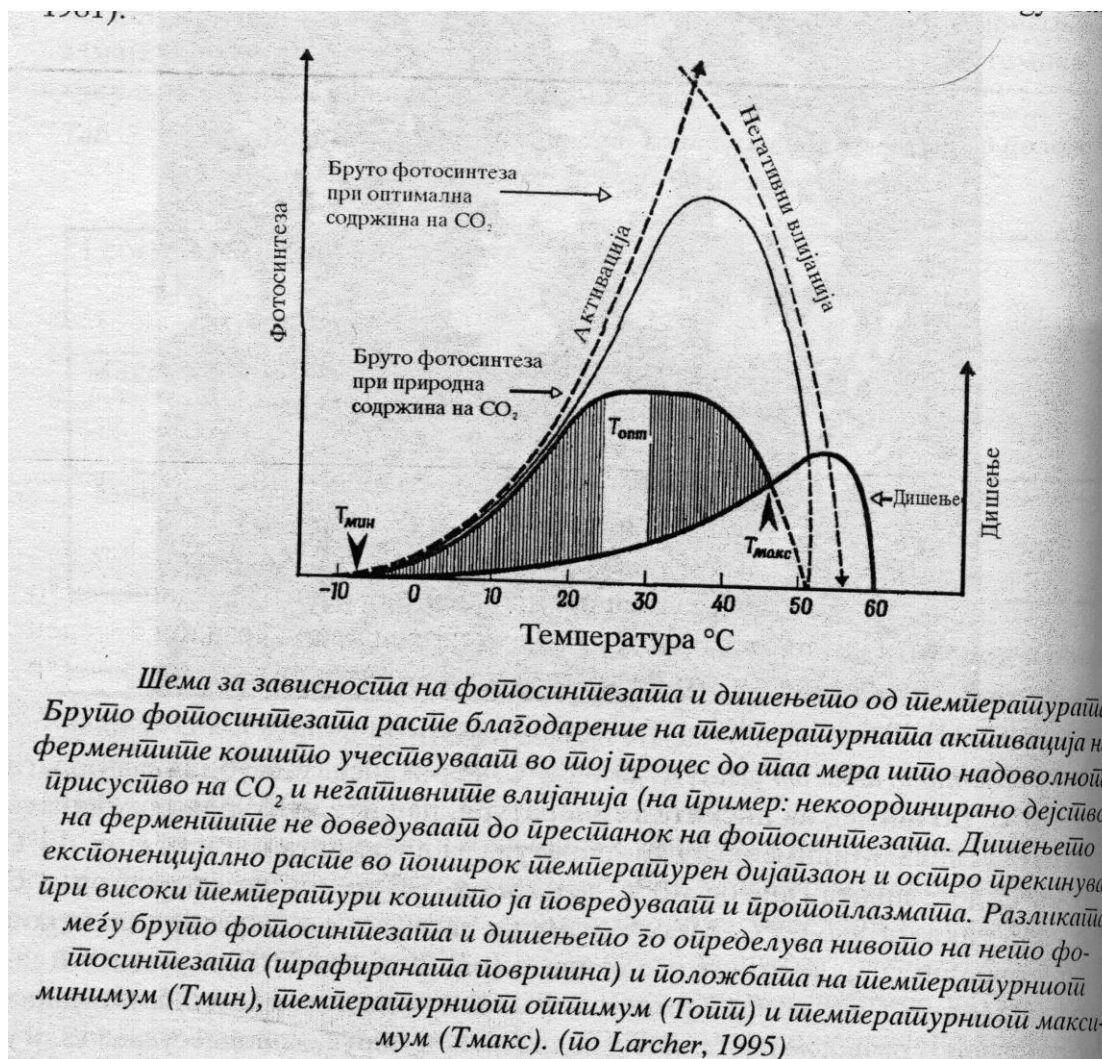
Сл.9. *Pisum sativum*

3.7.3. Влијание на температурита врз фотосинтетскиот процес и дишењето

За разлика од 'ртењето, за фотосинтезата како основен физиолошки процес за органската продукција, потребна е повисока температура. Минимумот обично се совпаѓа со мрзнењето на ткивата, додека максимумот е за неколку степени (2-12°C) под леталната температура.

Кај дикотилните тревести растенија кои вегетираат во жешки и суви предели, оптималната продуктивност лежи при температура од 30 °C, а во поедини случаи и до 50 °C. Кај растителни видови кои вегетираат на засенчени станишта (сенкољубиви), кога е што ретко паѓаат директните сончевите зраци, и помалку се загреваат во споредба со растенија на сончеви станишта, имаат температурен оптимум на околу 10-20 °C.

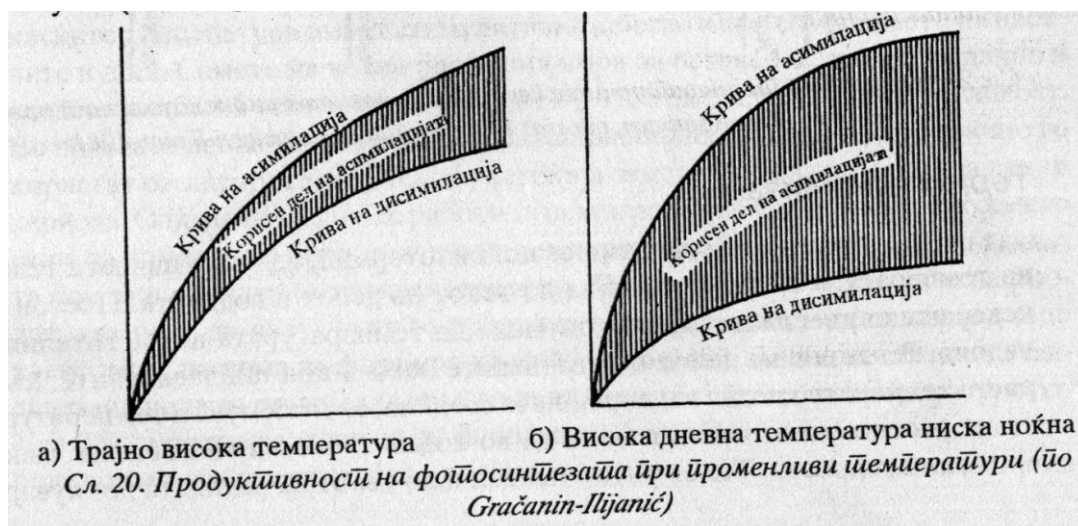
Фотосинтезата, односно продукцијата на биомаса кај растителните организми е зависна од односот помеѓу асимилацијата и респирацијата. Оптималните температурни интервали на фотосинтетскиот процес кај растенијата кој вегетираат во различни климатски подрачја (поладни и потопли) се различни. За секој растителен вид постои температурен минимум, оптимум и максимум за фотосинтеза.



Сл.10.

Кај васкуларните растенија, горната температурна граница за нето фотосинтезата е температурната компензациона точка, односно температурата при која двата спротивни физиолошки процеси, фотосинтезата и дишењето се одвиваат со еднаков интензитет.

За разлика од фотосинтетскиот процес, респирацијата се одвива непрекинато и преку денот и преку ноќта, чиј интензитет се зголемува со зголемување на температурата. Ако температурата ја постигне компензационата точка, вредноста на нето продукцијата е еднаква на нула. Над оваа температура доминираат деградационите процеси при што се постигнува еден максимален активен врв, после кој следува депресија, а на крај, на околу 50°C настапува смрт на организмот. Поради тоа за добивање на позитивен биланс на органска нето продукција, значајни се ноќните заладувања после денските високи температура кои условуваат намалување на интензитетот на дишењето. Во случај ноќните температура да се високи, ќе има губиток на органска материја која се создава по пат на фотосинтеза во текот на денот. Бидејќи при вакви услови интензитетот на дишењето е висок во текот на ноќта а фотосинтетскиот процес не се одвива.



Сл.11

Ниските температури особено континуираните ноќни, го успоруваат растењето. Ова е особено забележливо во високопланинските ладни предели, кога високата шумска растителност преминува во нискорастечка односно цуеста вегетација.

Горната температурна граница на нето фотосинтезата кај растителниот свет се формира со големи варирања и стои во тесна врска со климатските услови.

Таб. 3 Горни температурни граници на нето фотосинтезата кај растителноста во различните климатски појаси, според Simon 1981.

Бореалес појас на четинари, алпски и арктички растенија со неодрвенети стебла	35-39 °C
Листокапни дрвја и тревести растенија на умерениот климатски појас	40-46 °C
Широколисни вечнозелени дрвја и суптропски културни растенија	43-48 °C
Тропски тревести растенија	55-61 °C

Минималните температурни граници на фотосинтезата исто така имаат големо значење, особено во синтетичките процеси (продукцијата) во ладните климатски зони. Во умерените и ладните климатски појаси, растителните организми произведуваат органска материја по пат на фотосинтезата и при температура пониски од 0 °C. Границите на активацијата на фотосинтезата кај различните растителни видови се различни а се менуваат и во сезоните, како што е прикажано во Таб. Бр. 4

Таб. 4 Минимални температурни граници на нето фотосинтезата
 Според Bauer – Larcher – Walter (Hortobagyi, Simon, 1981)

Видови	Изразено во °C	
	Лето	Зима
<i>Pinus silvestres</i>	-3,5	-7,0
<i>Picea abies</i>	-4,1	-6,5
<i>Abies alba</i>	-3,5	-8,0
<i>Taxus bacata</i>	-4,9	-8,0



Сл.12. *Picea abies*

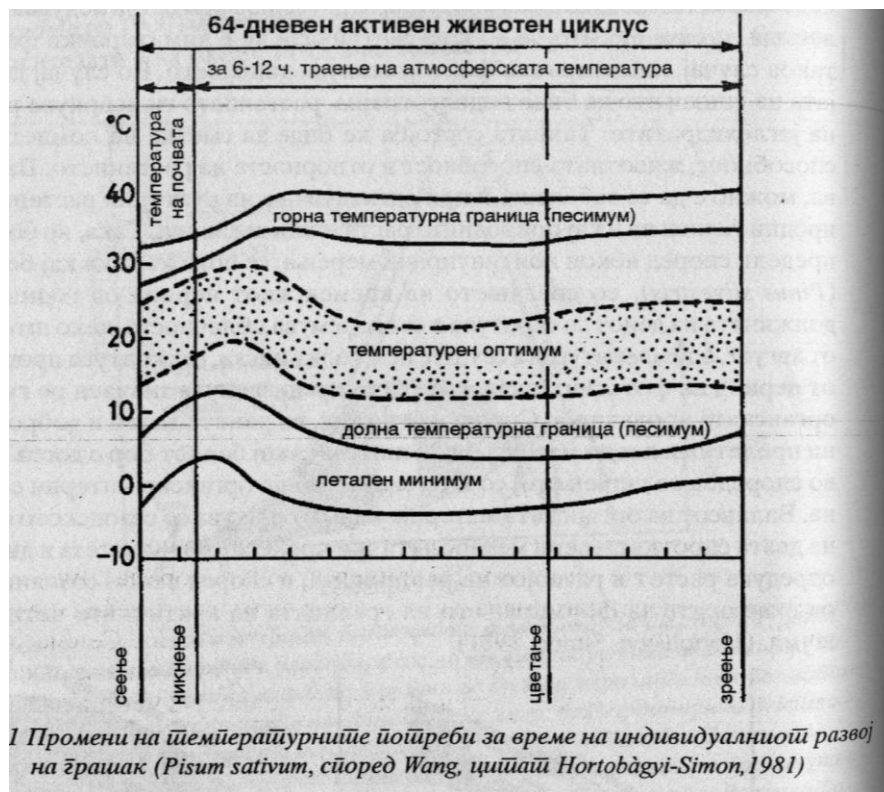


Taxus bacata

Растенијата за својот нормален развој имаат потреба освен од одредени температура за нормално одвивање на одделни фази, туку и од одреден квантум на топлина. Тој квантум во праксата се одредува така што се собираат средните температури во сите денови на вегетациониот период. Добиената вредност се означува како вегетациска термичка константа (според Стељанинов, цитат Грачанин - Илијанич 1977). Таа вредност за различни култури е различна и често варира :

Есенска пченица	2563- 3378 °C
Јачмен	700 - 2500 °C
Пченка	2500 - 3000 °C
Компир	1500 - 3000 °C

Ваквите зборови на температурата се употребуваат само за груба проце/ка и се доста апроксимативни. Подобра прегледност може да се добие ако температурните потреби (термичка константа) ги дадеме одделно за различните развојни фази. Многу подобра поврзаност со температурните потреби во одделните фази од развојот, го дава примерот за минималните, максималните и оптималните вредности на температурата на почвата и воздухот за грашокот (*Pisum arvense*) дадени на Сл. 13



Сл.13.

3.7.4. Термопериодизам

Растителните организми се **поикилотермни**, односно нивната телесна температура трајно се менува во текот на денот и годината. Според тоа, растенијата го пратат повеќе или помалку ритамот на климатските прилики на одделни подрачја. Дневниот и сезонскиот од на температурата влијае на ред физиолошки процеси. Флуктуацијата на температурата во текот на животот на растенијата е од голема корист врз развојот и продукцијата на растенијата. Експериментално е докажано дека семињата на некои видови како што се *Dactylus glomerata*, *Poa pratensis* и др. многу побрзо 'ртат ако температурата не е константна. Елонгацијата на стеблото и формирањето на плодови кај *Solanum lycopersicum* многу побрзо протекува на променливи температури отколку на константни.

Кога растенијата реагираат на флуктуацијата на температурата, таквата појава се означува како **термопериодизам**.

3.7.5. Стимулативно делување на ниските температура врз растот и развојот на растителните организми

Кај некој растителни видови ниските температури понекогаш се неопходни за нивен раст и развој. Така на пример праската мора да помине 400 часови на температура помала од 7 °C, а јаболкото уште повеќе за да можат цветните папки подоцна нормално да се развијат и растат.

Семето од некои растенија мора да остане еден до два месеци на ладно и влажно место на температура од -1 до +2 °C за да постигне добра 'ртливост. Во пракса овој процес е познат како **стратификација** на семето и обично го користат лозароовоштарите.

Кај некои растенија семето мора да помине два ладни периода. Очигледно е дека се работи за некој развојни стадиуми во кој семето мора да помине низ период со ниски температури. Типичен пример за таквата појава е зимската (есенската) пченица. Во случај да биде насеана напролет таа нема да цвета туку го пролонгира својот вегетационски период и до подоцна во лето, но не формира клас. Меѓутоа ако влажното семе од есенската пченица го ставиме да стои во ладилник на температура од 1 до 2°C, а потоа се суши до постигнување на нормалната влажност, и истото биде посеано во пролетта, во таков случај ќе се развива нормално, како да е пролетна пченица, што значи дека ќе формира клас. Во праксата овој процес е познат како **јаровизација** или **вернализација** на семето и се искористува за сеидба на есенската пченица на пролет во случаи кога од било кој причини во предвидените сеидбени рокови во есента не е можно да се изведе сеидбата.

Експериментално е докажано дека за јаровизацијата е одговорен ембрионот, што може да се докаже на микроскопски препарат со употреба на 5% раствор на железен хлорид, кога ембрионот различно се обојува кај јаровизирано и нејаровизирано семе.

3.7.6. Штетно влијание на ниските температури

Екстремно ниските температури покрај тоа што ги условуваат животните процеси, можат да доведат и до потполно гинење на одделни органи, делови од растение или на цели растенија. Од еколошки аспект од големо значење се не само апсолутните вредности на ниските температури туку и нивното времетраење и честина. На основа на досегашните истражувања може да се заклучи дека штетното делување на ниските температури се одразува во :

- **десикација** (сушење на протоплазмата);
- **коагулација** (згрутчување на) плазматските колоиди и зголемување на концентрацијата на клеточниот сок;
- **механичко оштетување** на ткива или цели органи;

Со постепено снижување на температурата до + 4 °C, водата во клетката го намалува својот волумен, а се намалува истовремено и обемот т.с. содржината на клетката. Под оваа вредност клеточната вода почнува да го зголемува својот обем, додека клетката и понатаму настојува да го намалува. Како резултат на овие процеси водата ја напушта клетката, која доаѓа до интерцелуларите или пак, избива на површината на органите. Ако температурата падне под 0 °C, истиснатата вода смрзнува со што се создава ледена обвивка околу клетката или органот која уште повеќе ја впира водата од протоплазмата, при што настанува сушење, односно коагулација на плазматичните белковини и зголемување на концентрацијата на клеточниот сок.

Всушност настануваат значајни физичко хемиски промени во состојбата на живата содржина на клетката, поточно се уништува семипермеабилноста на клеточните мембрани (плазмалемата и тонопластот) со што клеточниот сок слободно влегува во цитоплазмата, ги раствора органелите во кој спаѓаат и хлоропластите. Како резултат на тоа листовите добиваат кафеава боја што представува сигурна дијагноза за смрт на ткивата или органите. Од таквите растителни органи, со нивно притискање, водата тече како од сунѓер поради уништеноста на семипермеабилноста на мембраните.

Според Максимов, ниските температури не влијаат врз механичкото оштетување на клеточните мембрани, бидејќи кристали од мраз не се создаваат во

внатрешноста на клетката, туку во меѓуклеточните простори, и растенијата кој гинат од ниски температури имаат неповредени клеточни сидови.

Штетното влијание на високите температури кај растенијата е слично со она на ниските, односно губење на вода, намалување на тургорот, десикација на протоплазмата, коагулација на белковините итн.

3.7.7. Стрес кај растенијата како последица на екстремни температури

Топлотниот стрес кај растенијата е во тесна врска со проблемот на недостиг на вода па симптомите се често идентични а механизмите на прилагодувања во анатомска и физиолошка смисла се слични.

Анатомските прилагодувања на топлотниот стрес се базираат на намалување на инсолацијата на листовите (*рефлектирачки материа во составот на кутикулата, формирање влакненца, увиткување на листовите, промена на положбата на површината на листот во однос на аголот на поставеност на сончевите зраци*) и подобрување на усвојување на водата (*подлабок развој на коренот*).

Физиолошките прилагодувања на ниво на клетка предизвикани од, високата температура ја зголемуваат *флуидноста на клеточните мембрани* и тоа ги пореметува нивните физиолошки функции. Кај аклиматизираниите растенија како што е олеандерот (*Nerium oleander*), зголемен е степенот на заситеност на масните киселини кај мембранските липиди, иштоа ја смалува флуидноста на мембраните, а интегралните протеини се поцврсто врзани за липидите. Во услови на топлотен стрес се иницира синтезата на заштитни материа во клетките, како што се протеините на топлинскиот шок (HSP – heat stress proteins). Некои од HSP се појавуваат исклучиво во услови на стрес (не само топлотен) а некои имаат одредени функции и во нормалниот метаболизам на клетките (хаперони кои учествуваат во синтезата и разградбата на другите протеини). Исто така е забележана акумулација на осмопротектанти по пат на пролинот во растенијата кој покажале толерантност на висока температура, а сеуште недоволно е познато дали се работи само за зачувување на хидратацијата на протоплазмата или тие материји имаат и некои други заштитни функции, како што е неутрализација на слободните радикали.

Во основа на *отпорноста на растенијата на високи температури е способноста за сврзување на амонијакот ослободен со дезаминација на оштетените протеини, за да не дојде до негово насобирање и токсично делување*. Амонијакот се врзува на органските киселини при што се создаваат аминокиселини, особено аланин и амиди.

Морфолошки, високата температура е поврзана со пукање на плодовите на домотот, изгоретини на плодовите на домотот и пиперката, појава на БЕР (Blossom-end-rot) кај домотот, пиперката и лубениците, цепење на луковиците кај лукот, закржлавеност на главицата на брокулата и др. Многу високата температура и долгиот ден го иницираат преминот во генеративна фаза кај марулата и спањакот, а тоа ја намалува нивната нутритивна вредност. Намалената содржина на *џшеќери* во плодовите под влијание на високите температура се јавува кај грашокот, јагодите и лубениците, резултат на зголеменото дишење во текот на топлите ноќи и или заради скратениот период на наливање на плодот.

Отпорноста на растенијата на ниски температури зависи од нивната животна активност, односно **фазата на развој**, а најголема е во фазата на мирување на растенијата, додека помладите растенија се многу понеотпорни. Штетноста на ниски температури зависи и од **должината на траење на неповолниот период и од генотипот**. Органите со помала содржина на вода се многу поотпорни отколку

органите со повисока содржина на вода. Така на пример семе со 15- 20% на вода се умртвува на 75°C , додека семе сушено во ексикатор во присуство на H_2SO_4 или CaCl_2 може да поднесе за кратко време температури од $100 - 120^{\circ}\text{C}$.

3. 8. Светлината како еколошки фактор

Енергијата на сончевото зрачење се вбројува во атмосферските фактори кои не потекнуваат од атмосферата, туку од Сонцето кое на Земјата испраќа зраци од два вида (**корпускуларни** и **електромагнетни**), со различна бранова должина.

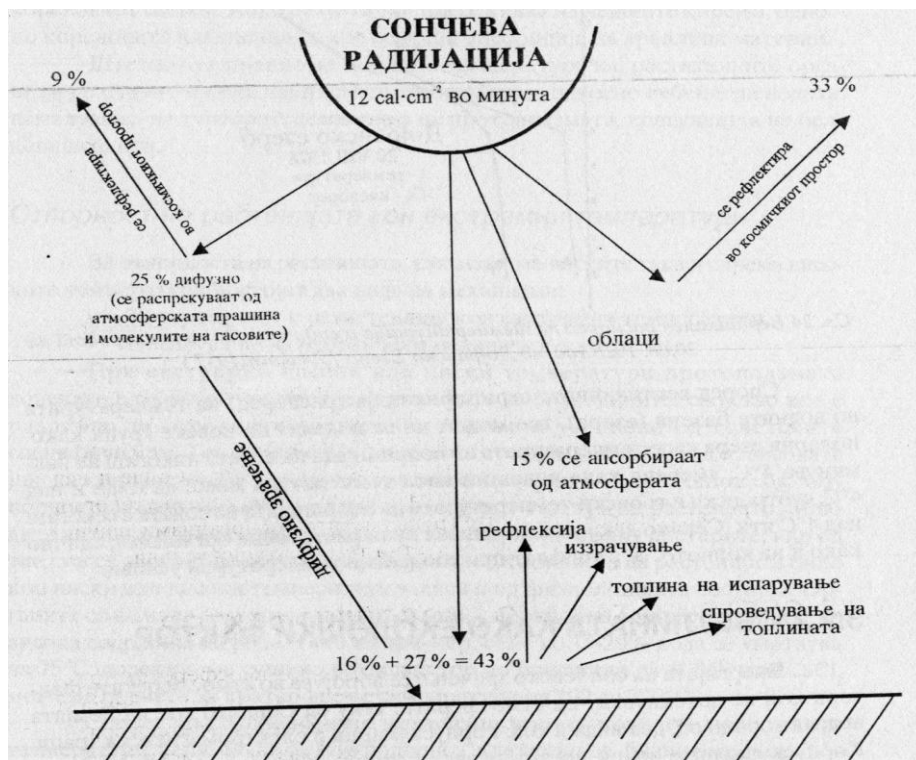
Еколошки, најзначајни се **топлинските** и **светлосните** зраци. Топлинските зраци припаѓаат во електромагнетско подрачје со бранова должина од околу 200 - 100 000 nm. Во тоа подрачје, во интервал од 360 - 760 nm. се наоѓаат и зраците на видливата светлина (видлива радијација). Зраците со помала бранова должина (360-10 nm), се **ултравиолетовите** зраци и се со многу изразено **хемиско** дејство, а зраците со бранова должина од 760 - 100 000 nm. се **инфрацрвените** зраци и се одликуваат со силно **топлинско** зрачење.

Зраците на видливата светлина достигнуваат до површината на почвата нешто ослабени, а зраците со кратка бранова должина, особено ултравиолетовите, виолетовите и сините, делумно ги распрскува ситната атмосферска прашина.

Вкупната енергија на сончевото зрачење на горната граница на атмосферата, на средна оддалеченост на Земјата од Сонцето, при вертикално паѓање на сончевите зраци изнесува околу **8,12 J на cm² за 1 минута**. Тоа е т.н. **соларна константа**.

Се смета дека при продирањето низ атмосферата, просечно околу **25%** од сончевата енергија **дифузно се растура** под влијанието на молекулите на гасовите и честичките на прашината во атмосферата, а од тоа околу **9%** се **рефлектира и враќа** назад во вселенскиот простор, а само **16%** достигнува до **површината** на почвата во вид на дифузна светлина. Околу **33%** **задржуваат односно рефлектираат облаците** и **15%** **абсорбираат гасовите во атмосферата**.

Според тоа само 27 % од вкупната сончева радијација директно стигнува до површината на почвата или вкупно 43%, а 57 % се губи уште



Сл.15 Топлинските односи како функција на сончевото зрачење (средно годишни вредности), (no Walter)

во атмосферата. Имајќи предвид дека сончевата радијација се апсорбира или рефлектира поминувајќи низ атмосферата, разбирливо е дека на високите планини интензитетот на радијацијата ќе биде поголем, отколку на нивото на морето. Меѓутоа планинските области се одликуваат со голема облачност, па честопати таму светлосните услови се понеповолни отколку во низините. Според тоа **степенот на облачноста** е многу важен фактор кој во голема мерка ги одредува светлосните услови.

Влијание врз светлосниот режим има и положбата на земјиштето спрема страните на светот. Падините свртени кон југ се многу подобро осветлени, отколку кон север. Најмала количина на светлина примаат стрмнините свртени кон север со голема вертикална наклонетост. Според тоа **експозицијата** и **инклинацијата** на теренот имаат значајна улога за светлосниот режим на стаништето.

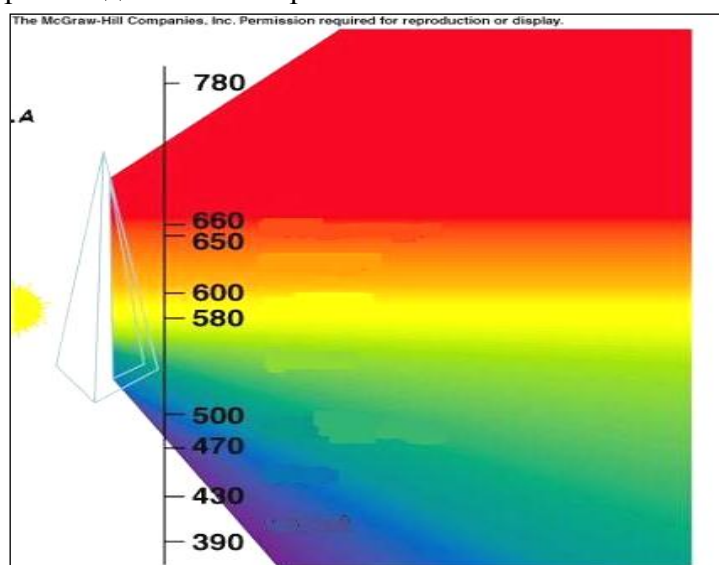
Интензитетот на светлината се менува во **времето** и **просторот** многу осетливо. Тој се менува **ритмички** во текот на денот и годината. Во текот на денот највисоките вредности се измерени во пладневните, а најниски, во утринските часови. Во текот на годината највисоки вредности се добиени крајот на пролетта и летото.

Распоредот на сончевата енергија зависи и од географската широчина и годишното време. Интензитетот на светлината постигнува највисоки вредности на екваторот.

3.8.1. Физиолошко и еколошко значење на интензитетот на светлината врз развојот, растот и продукцијата на растителните организми

Околу 50 % од вкупната сончева радијација припаѓа на видливиот дел на спектарот и сите зраци од тој дел имаат влијание врз растенијата, меѓутоа нивното еколошко значење е различно. Процесот на фотосинтеза најинтензивно се одвива на *црвениот, портокаловиот и синовioletовиот дел на сончевиот спектар*.

Светлоста, без разлика дали е со потекло од Сонцето или од некој вештачки извор (нпр. ксенонски фито лампи во стакленици), делува на растенијата со својот интензитет и спектрален состав, т.е. распонот на брановите должини. Се состои од енергетски честички кој Ајнштајн ги нарекол фотони, кој се движат во форма на бран со различна бранова должина, во зависност од енергијата која што ја содржат т.е. фотоните со поголема енергија имаат помала бранова должина и обратно.



Сл. 16 Бранови должини на видливиот дел на спектарот

Делувањето на пооделни делови од спектарот на растенијата па и на другите организми е различно. За фотосинтезата кај растенијата, како единствен биохемиски процес на акумулација на светлосна енергија, корисен е делот од 400 - 700 nm, што значи дека фотоните кој имаат пониска или повисока фреквенција (помала или поголема бранова должина), не можат да бидат искористени во фотосинтезата.

Наведениот дијапазон на фотосинтетски активното зрачење (photosynthetic active radiation – PAR) се совпаѓа со брановите должини кои човечкото око ги восприема како бела или видлива светлост, која може да се расчлени на спектрални бои (од виолетова до црвена). Црвените делови на спектарот се погодни за синтеза на скробот и естрите а плавите влијаат на зголемување на синтезата на аминокиселините и протеините кај растенијата.

Зрачењето на пократките бранови должини, ултравиолетово (УВ), има поголема содржина на енергија и може да ги оштети живите органски структури, како кај растенијата така и кај другите организми. Поголем дел од ова Сончево зрачење не допира до површината на земјата заради апсорпција во

озонскиот слој на атмосферата (20-25 км висина), така да присутната опасност од уништување на озонскиот слој представува опасност за сите живи организми, а особено растенијата кој како сесилни организми не можат да го избегнат влијанието на УВ зраците.

Оштетување на озонскиот слој предизвикуваат пред сè хемиските соединенија Хлорфлуоројаглероди (CFC), попознати како фреони, применувани во уредите за разладување и во различни спрејови. Со Монреалскиот протокол од 1987. утврдени се мерки и рокови за укинување на потрошувачката на материи кој го оштетуваат озонскиот слој.

Енергијата на инфрацрвеното зрачење која ги опфаќа брановите должини преку 760 nm е недоволна за покренување на фотохемиските реакции но бидејќи овој дел на спектарот представува топлинско зрачење, кое во растенијата апсорбира вода, не може да се занемари неговата физиолошка улога.

Растенијата реагираат на светлосните услови на околината преку прилагодување на својот раст и развој, а спрема адаптацијата на интензитетот на светлината се делат на:

Хелиофити - светљолубиви (не поднесуваат засенчување односно низок интензитет на светлина); Тоа се растенија кој живеат на отворени станишта, како на пр. пустини, степи, високопланински ливади и сл. (*Plantago major*, *Sedum arce*, *Tussilago farfara*, *Draba verna* и др.) Сл.17



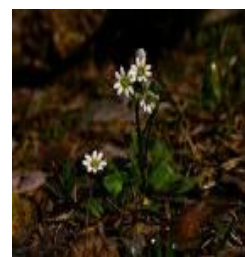
Сл.17 *Plantago major*



Sedum arce



Tussilago farfara



Draba verna

Полускиофити (хелиоскиофити) - Видовите од оваа група ја поднесуваат светлината, но во одделни фази од нивниот развој за кој вообичаено е да се одвиваат на полн интензитет на светлина (цветање), можат успешно да ги поминат и во засенчени услови (*Colchicum autumnale*). Ова се растенија на густе ледини, на шумски заедници (дабови), а можат да се јават и како плевели.



Сл.18 *Colchicum autumnale*

Скиофити (сенкољубиви) - Оваа група растенија се прилагодени да вегетираат на засенчени станишта и потребниот интензитет на светлина е

секогаш понизок од полната дневна светлина (100%). Тие се постојани жители на густите непроѕирни шуми како што се тропските, а кај нас буквите шуми.

Најнискиот интензитет на светлина за автотрофните растенија е околу 1% релативна светлина. Помала од оваа вредност поднесуваат растенијата кои вегетираат во тропските прашуми, каде како резултат на бавниот метаболизам се способни да живеат на светлина со интензитет од 0,3 % (*Tradescantia*, *Monstera*, *Begonia* и др.). Меѓу папратите и мововите исто така можат да се најдат видови кои вегетираат на уште помал интензитет на светлина, пр. мовот *Schistosphaera*, кој вегетира во подземни јами и има потреба од само 0,2 до 0,1% светлина. Клеточните сидови на епидермалните клетки кај овој вид имаат специфична градба слична на леќа и како такви ги акумулираат сончевите зраци.



Сл.19 *Tradescantia*



Monstera

Интензитетот на светлината во различните фази од онтогенетскиот развој на растенијата има различно значење. За 'ртење на семето многу ретко е потребна светлост, бидејќи семињата на повеќето растенија 'ртат на темно. Меѓутоа за 'ртењето на семето на некој тревести и др. растителни видови светлоста е неопходна. На пример семе од *Poa pratensis* во присуство на светлина и температура од 20°C ќе из'рти 92%, додека на темно, при исти услови, воопшто нема да 'рти. Некои други растенија, како што се луковичестите видови (род *Allium*), не 'ртат на светлина.



Сл.20 *Allium*

Фотопериодизам е реакција на растенијата на должината на осветлување, т.с. на траење на светлоста и темнината за 24 часа. Растенијата реагираат и на вештачка светлост, но во зависност од нејзиниот квалитет. Фотопериодската индукција го овозможува цветањето на растенијата во услови на неповолна должина на денот доколку претходно се изложени на минимум

фотопериодски активни циклуси (соодветна должина на светлост и темнина за 24 часа). Минимумите се разликуваат за одделни врсти. Светлиот дел на фотопериодниот циклус (фотофилна фаза) се дели на основен (настапува веднаш по периодот на темнина) и дополнителен (продолжен дел кој го сочинува долгиот ден).

На преминот во генеративна фаза, сите растенија се делат на:

- **растенија на долг ден** - имаат потреба повеќе од 12 часа осветлување и ги населуваат пределите на северните и јужните географски широчини каде што денот трае повеќе од 14 часа (*Trifolium pratense*, *Daucus carota*, *Rafanum rafanistrum*, *Beta vulgaris*, *Sinapis alba*, голем број тревести растенија меѓу кој спаѓаат и нашите житарици)



Сл. 21 *Rafanum rafanistrum*



Sinapis alba

растенија на краток ден - имаат потреба помалку од 12 часа осветлување како на пр. *Nicotiana tabacum*, *Glycine max* (L.) merrill, *Dahlia variabilis*, *Heliantus tuberosus*, *Chrysanthemum indicum*, *Zea mays* и др.



Сл.22 *Heliantus tuberosus*



Dahlia variabilis

- **неутрални растенија** на должината на денот, цветаат во сите годишни времиња и на сите географски широчини. На оваа група припаѓаат: *Heliantus anuus*, *Taraxacum officinalis*, *Stelaria media*, *Senecio vulgaris*, *Pelagonium zonale*, *Primula obconica* и др.



Сл.23:

Taraxacum officinalis

Senecio vulgaris

Pelargonium zonale

Primula obconica

Критична должина на денот за краткодневните растенија е најдолгиот ден, а за долгодневните растенија најкраткиот ден на кој цветаат. **Кога е неповолна должината на денот растенијата реагираат со продолжување или скратување на вегетацијата.**

Светлосната дразба се прима со **фоторецепторите** во растението од кои **фитохромите** се најзначајни. *Фитохромите се фотоморфогенетски фактор кај вишите растенија чија активна форма влијае на одвивањето и интензитетот на многу физиолошки процеси во растението.* Учествува во препознавање на светлоста воопшто, спектралниот состав, нивото на зрачење, правецот од кој доаѓа светлоста и времетраење на осветлувањето. *Имаат клучна улога во текот на целиот живот на растението, од 'ртење на семето, низ целиот период на вегетативниот раст до контрола на цветањето.*

Фитохромите се се наоѓаат во сите органи на растението вклучувајќи го и коренот, но највеќе го има во меристемските ткива. На клеточно ниво е лоциран во цитоплазмата, со тоа што е поврзан или вграден во плазмалемата и мембраните на хлоропластите.

3.8.2. Светлината како предизвикувач на стресови кај растенијата

Интензитетот на светлината кој ја преминува границата на оптимумот за одреден растителен вид може да делува инхибиторно на порастот и развојот на растенијата. Инхибиција воглавно се однесува на одвивање на процесите на фотосинтеза но и на другите физиолошки функции како што е синтезата на протеините и репликацијата на ДНА при диелбата на клетките во ткивата кои растат. Стресот во растенијата предизвикан од светлина, као и кај другите видови на стрес како резултат на неповолни услови на средината е создавање на слободни радикали, тс. молекули со неспарен електрон кој специфично реагираат со органските молекули во клетките, нарушувајќи ја нивната структура.

Намалувањето на инсолацијата на растенијата во заштитен простор можно е да се постигне со засенчување по пат на премачкување на пластичната фолија на пластеникот или стаклата на стаклениците со раствор од вар. Освен намалување на интензитетот на светлината со тоа се постигнува и намалување на температурата на воздухот во пластеникот односно стакленикот.

Освен со интензитетот, светлината може да предизвика функционални оштетувања и со својот состав, при што брановите должини на ултравиолетовиот дел од спектарот со својата висока содржина на енергија можат да предизвикаат структурни промени значајни во процесите на апликација и транскрипција на ДНА и синтезата на белковините.

Недоволен интензитет на светлина исто така предизвикува одреден стрес заради недоволната синтеза на органски материи за пораст на рстенијата. Регулацијата на светлосниот режим може да има, во смисла на изведба на сеидбата или садењето во правец сјевер-југ, прекривање на почвата помеѓу редовите во̀совоштарниците со рефлектирачка фолија или дополнително осветлување во заштитените простори кај хортикултурните и зеленчукови насади, значително ја зголемуваат апсорпцијата на светлината и продуктивноста на растенијата.

Во листовите кој без тие мерки би биле засенчени ѓчесто билансот на органски материи е поместен во правец на разградба, заради осигурување на енергија за процесите на клеточно дишење, потребни за одржување на животнире функции на клетките (maintenance respiration). Интензитетот на светлина при кој не се зголемува нето фотосинтезата бидејќи постои рамнотежа помеѓу усвоениот и издвоениот CO_2 се нарекува компензациска точка.



Сл.24 Регулацијата на светлосниот режим

Таб.5 морфолошки и физиолошки разлики промени во листовите кој се трајно изложени на светлост и засенчените листови

Структурна разлика на листовите	На светлина	Во сенка
СТ на листот / површина на листот	висока	ниска
Дебелина на листот	голема	мала
Палисиден паренхим	подебел	потенок
Сунѓераст паренхим	слично	слично
Густина на стомите	голема	мала
Хлоропласти / површина на лист	многу	малку
Тилакоиди/гранум	малку	многу
Биохемиски разлики		
Хлорофил / хлоропласт	низок	висок
Хлорофил/површина на лист	слично	слично
Хлорофил а/б	висок	низок
Размена на гасови		
Интензитет на дишење во темно / површина на лист	висок	низок
Карбоксил/површина на лист	висока	ниска

Постојат значајни морфолошки и физиолошки разлики промени во листовите кој се трајно изложени на светлост и засенчените листови. Во услови на засенчување, доаѓа до фототропизам т.е. индуцирано движење при растот на растенијата кон изворот на светлина, при што дел од асимилатите се трошат и на издолжување. Таквите растенија можат да имаат послабо развиени потпорни ткива (склеренхим). Посебна осетливост на пореметување на светлосниот режим покажуваат садниците, кој заради одгледување при понизок интензитет на светлина во 'ртилиштата доживуваат стрес после пресадувањето.



Своевидна деградација на околината како последица на неприродниот фотопериод се забележува во последно време во урбаните средини и затворените просторин со вештачко осветлување, каде растенијата речиси и да немаат потребен дневен распоред на светло и мрак. Заради тоа може да дојде и до пореметување на нивниот раст и развој и видливи промени кој се тешко објасниви (Сл.25).

Сл.25

3.9. Воздухот како неопходен фактор за живиот свет

За опстанокот на живите организми е потребен воздух со добар квалитет и континуитет без прекин. Единствено анаеробните микроорганизми се способни да живеат без воздух, односно воздушен кислород. Според густината воздухот може да се подели на :

Тропосфера – слој со дебелина од 7-8 km на половите и 16-18 km на екваторот;

Стратосфера - преку преодни слоеви оди од 18 тиот па се до 80 km над површината на Земјата.

Јоносферата - оди до 400 km над површината на Земјата. Над овој слој, на околу 1000 km. висина од површината на земјата, кислородот и азотот се забележуваат само во траги.

Воздушната обвивка на планетата Земја (**атмосферата**) представува мешавина од различни гасови од кои некој се со постојана концентрација (основни). Такви се: азот (N) кој учествува со најголема концентрација (78,11%), кислород (O₂) со 20,95%, аргон (Ar) со 0,93 % и јаглероден диоксид (CO₂) со 0,03 %. Со нецелосен 1% во атмосферата учествуваат и инертните гасови како што се неон, ксенон, хелиум, криптон како и водородот.

Во природно чистиот воздух, покрај основните гасови кој се наоѓаат во постојани концентрации, се сретнуваат и т.н. „гостински гасови“ во променливи количини, како што се водатаната пареа и нејзините кондензациони производи, сулфур диоксидот, сулфурводородот, азотните оксиди (NO_x) озон, метан и др.

Водатаната пареа која е секогаш присутна во воздухот односно во атмосферата, позната е како **влажност на воздухот**, кој е еден од најзначајните метеоролошки елементи за земјоделито. Доколку температурата на воздухот е повисока, дотолку неговиот капацитет за прием на водатана пареа е поголем. При пониска температура воздухот се заситува со водатана пареа побргу отколку при повисока температура. Количината на водатаната пареа, односно влажноста на воздухот може бројно да се изрази со следните параметри:

- **притисок на водатаната пареа** - се изразува во mm Hg и претставува парцијален напон на водената пареа во воздухот. Истиот се однесува на сите други гасови и соединенија во гасна агрегатна состојба, кои заедно го формираат **атмосферскиот притисок**.

- **апсолутна влажност на воздухот** - претставува број на грамови на водатана пареа на 1 m³ воздух.

- **релативна влажност на воздухот** - претставува степен (%) на заситеност на воздухот со водатана пареа. Релативната влажност на воздухот е однос помеѓу количеството на водатана пареа која се наоѓа во воздухот во даден момент, и максималното количество кое тој воздух би можел да го прими во даден момент за да биде заситен. Релативната влажност на воздухот се означува со 0% кога е потполно сув, а со 100% кога е максимално заситен со водатана пареа.

Различните растителни видови различно се адаптирани на одредена релативната влажност на воздухот со својата морфолошко - анатомска градба, во согласност со климатските прилики во поединечни географски подрачја. Распоредот на релативната влажност на воздухот во различни климатски подрачја

се предочува со **изохигри** т.е. линии кои ги поврзуваат пределите со иста просечна релативната влажност на воздухот, слично со изотермите кои ги означуваат подрачјата со иста просечна температура. Во екстремно аридните подрачја релативната влажност на воздухот може да падне и под 20%; а во тропските дождовни шуми релативната влажност на воздухот варира од 80-100%.

Според класификацијата на Јуричиќ (1942), релативната влажност на воздухот може да биде:

Таб.6 Класификацијата на релативната влажност на воздухот

Многу ниска	< од 45%
Ниска	45 - 64%
Доста ниска	65 -69%
Средна	70 - 74 %
Доста висока	75 - 79%
Висока	80 - 84%
Многу висока	> 85 %

Доколку од било кој причини *притисокот на водатаната пареа стане еднаков или поголем од максималниот притисок за постоечката температура на воздухот, во тој момент, дел од водатаната пареа која се наоѓа во атмосферата, може да премине во течна состојба, односно да дојде до **кондензација*** (Зиков, 2002).

За разлика од кондензацијата, **сублимацијата** претставува процес на преминување на водатаната пареа во тврда состојба, односно кристали од мраз.

*Заситеноста на приземниот слој на воздухот, со намалена видливост од 1km, се означува како појава на **магла**.*

Разликата меѓу маглата и **облаците** е во тоа што маглата се појавува на само на приземниот слој и може да се одржува и на температури на воздухот поголеми од 0°C, за разлика од облаците кој се формираат на голема височина и само на температури под 0°C и при многу голема релативна влажност на воздухот.

Под **врнежи** се подразбираат сите видови *сублимирана, кондензирана и замрзната вода* која е во цврста, течна и мешана состојба и која паѓа од облаците на земјината површина, или се формира на самата земјина површина, и е мерлива количина, чиј слој на вода е еднаков или поголем од 0,1 mm. Белегот на климата на едно подрачје, покрај температурата, релативната влажност на воздухот, го одредува и количеството и распоредот на врнежите, 1 mm. врнежи изнесува 1 литар вода на 1m² површина. Минимумот просечни повеќегодишни врнежи се забележани во дел од Чиле и тоа само 1,3 mm во текот на годината или само 13 000 литри на 1 хектар површина, во Европа просечно паѓаат од 400 - 1000 mm. годишно. Во Овчеполието дваесетгодишниот просек е околу 460 mm. годишно, додека пак во Цетиње (Црна Гора) овој просек е околу 3400 mm, а на Хавајските острови 12 000 mm, (120 000 000 литри на 1 хектар годишно).

Според интензитетот врнежите може да се поделат на: *слаби, рамномерно распределени и поројни*.

Според агрегатната состојба врнежите се делат на: *течни и цврсти*. Во течни врнежи спаѓаат: *дожд, росечки дожд, смрзнат дожд, соснежица и соградица*.

Дождот е најраспространет облик на врнеж кој паѓа во сите годишни времиња и на сите географски широчии, и е најзначаен за развојот, растот, продукцијата и распространувањето на вегетацијата на земјината површина. Кога станува збор за поројни врнежи треба да се нагласи дека тие во голем дел се губат со нивно протекување и најчесто се штетни бидејќи имаат ерозивно влијание на површинскиот слој од почвата со промивање на најситните минерални честички.

Снег - настанува со сублимација на водатаната пареа во цврста состојба. Ова настанува само на температури на воздухот под 0°C , и ако воздухот е заситен со водатана пареа, па процесот на сублимација се врши постепено.

Град - претставува врнеж во облак на густы топчести честички, замрзнати топчиња со пречник од 5-10 mm, ретко покрупни (до 10 cm.). Паѓа при големо невреме, проследено со грмотевици и секогаш при температуре на воздухот над 0°C . Градот паѓа околу 10 минути, ретко 30 до 40 мин, најчесто во месеците мај и август (во Европа) од 12 до 20 часот. Најголемо зрно град е најдено во Кина во 1902 година со пречник од 21,5 cm и тежина од 4,5 kg (Зиков, 2000).

Мраз - голомразица - тоа се наслаги од мраз, обично доста хомогени и провидни. Настанува со мрзнење на дождовните капки на предмети чија површинска температура е под 0°C , (-3 до -5°C), во почетокот или крајот на годината.

Ветер - претставува *вертикално (конвекционо), или хоризонтално насочено движење на воздухот*. Освен за пренесувањето на некои ситни семиња и спори за растенијата конвекционото движење е со помало директно значење. Хоризонталното движење на воздухот како фактор е со повеќекратно еколошко влијание, пред сè механичко.

Ветерот како еколошки фактор покажува штетно влијание врз растенијата бидејќи предизвикува сушење на растенијата поради зголемената транспирација. Така на пример сув ветер со брзина од 8 km/h, ја зголемува транспирацијата за 20 % во споредба со интензитетот на транспирацијата во атмосфера која мирува.

Механичкото дејство на ветерот се одразува кога тој со себе носи мали честичици од песок или снег. Струењето на таквиот ветер ги раскинува листовите и гранките и ја оштетува кората. *Негативното влијание на ветерот се изразува и преку еолската ерозија врз педосферата како на отворени површини, така и на површини покриени со снег*. Од овие причини во региони каде што честотата на ветерот е со голем број ветровити денови во текот на годината (Овче Поле), се засадени ветрозаштитни појаси на обработливите земјоделски површини, кој појаси во голема мера го намалуваат негативното влијание на ветерот врз земјоделските површини.

*Ветерот може да биде **корисен** за растенијата во смисла на снижување на температурата на воздухот предизвика на од прејака инсолација, како и во случаите кога пренесува влажни воздушни маси кои придонесуваат за*

намалувањето на интензитетот на транспирацијата и евапорацијата, потоа во опрашувањето на растенијата пренесувајќи го полениот прав (*анемофилија*), или при распространувањето на плодовите на поголеми далечини (*анемохорија*).

3.9.1. Штетни материи во атмосферскиот воздух за живите организми и биосферата како целина

Јаглероден моноксид (CO) е најраспространет отровен гас кој се создава во процесите на согорување на горивата. Штетното влијание врз растенијата се пројавува кога овој гас е присутен со над 125 mg/m^3 воздух. Потврдено е дека CO ја блокира бактериската фиксација на азотот во коренот на детелината (*Trifolium pretense*), предвремено стареење и опаѓање на листовите. Го нарушува метаболизмот, јавувајќи се како инхибитор на клеточното дишење.

Јаглероден диоксид (CO₂) - не се вбројува во загадувачките материи, тој е постојан па дури и неопходен составен дел на воздухот кој има големо значење за автотрофните организми. Количината на јаглероден диоксид која се ослободува по биолошки или не биолошки пат постојано се зголемува може да предизвика негативни промени на климата на Земјата со зголемување на температурата како резултат на способноста на овој гас да ги абсорбира инфрацрвените зраци ид а им ја одзема топлотната енергија. Тоа би предизвикало зголемување на просечната температура на планетата Земја и ќе се постигне т.н. стаклено-градински ефект кој ќе предизвика такви глобални промени на климата на планетата Земја какви што не се случиле од нејзинот постоење.

Сулфур диоксид (SO₂) - како и другите сулфурни соединенија во атмосферата може да е од природно и од антропогено потекло. Големо количество сулфур диоксид и други сулфурни соединенија се ослободува при вулканските ерупции. Како резултат на активностите на човекот посебно при согорување на јагленот за добивање топлотна или електрична енергија се ослободува сулфур диоксид дури 70% од вкупното негово присуство во атмосферата. Уште во 1898 година, Vislicenus го докажал штетното влијание на сулфурот врз растенијата преку нарушување на фотосинтетскиот процес односно намалување на неговиот интензитет. Мерењата извршени во услови (експериментални и природни) на површини кој биле оптеретени со сулфур диоксид укажуваат на зголемување на интензитетот на транспирацијата. Штетното влијание на сулфур диоксидот се манифестира преку доведување на стомите до отворена неподвижна состојба, а симптомите се појава на периферни некрози на листовите и просторите меѓу лисната нерватура.

Азотни оксиди (NO_x) во атмосферата може да се од природно и од антропогено потекло. Природното издвојување на овие соединенија може да е како резултат на почвената емисија или како последица на микробиолошката активност. Како резултат на електрохемиските реакции (електрични празнења) во атмосферата, молекуларниот азот со кислородот стапуваат во реакција формирајќи оксиди на азотот. Азотните оксиди се ослободуваат и со согорување на биомасата при горење на шумски површини. Од антропогено потекло исто така азотните оксиди можат да настанат како споредни производи во производството на азотна и

сулфурна киселина. Во светски размери, емисијата на NO_2 во 1990 година, во споредба со 1965 година е поголема за 120,4 %. Видни оштетувања под дејство на азот диоксид, (акутни и физиолошко - биохемиски), се забележани кај растенија кој вегетираат во близина на големи индустриски објекти, во чии производствени процеси се ослободуваат азотни соединенија. Акутните оштетувања се манифестираат со појава на безбојни флеку (дамки) со сулфурно зелена нијанса. Кај голосемените растенија (*Gymnospermae*), со повредите предизвикани под дејство на NO_2 се менува бојата на врвните иглици кој стануваат црвенкасти.

Соединенија на флуорот - предствуваат опасност за здравствената состојба на домашните животни кога во сточната храна ги има во концентрација од $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, независно од тоа дали соединенијата на флуорот се акумулирани во внатрешноста на растителната храна или пак се наталожени на фуражните култури во вид на превлаки од флуорна прашина. Во близина на фабриките за производство на фосфорни ѓубрива, алуминиум, челик, циглани и таму каде што се согорува јаглен, каде што низ оцаците се издвојуваат соединенија на флуорот, концентрацијата на флуорот може да биде и до 100 пати поголема во растителните органи кај културите што се одгледуваат на таквите парцели. Кај скриеносемените растенија првите симптоми на оштетувања од соединенијата на флуорот се поврзани со појава на хлороза на врвот на листовите. Кај голосемените растенија, симптомите на акутните оштетувања од флуоридите се манифестираат со дистална некроза или т.н. врвна изгореница. Флуорните соединенија се многу потоксични отколку другите другите гасови кој се сретнуваат во поголеми концентрации во атмосферскиот воздух.

Озон (O_3) - Се создава фотохемиски од нечистотиите во воздухот, но главно со електрични празнења при високи температури или енергија на ултравиолетовото зрачење, во комбинација со атомскиот и молекуларниот кислород. Класични симптоми на оштетувања предизвикани од озон кај скриеносемените растенија се појави на некротични дамки на горната страна на листот во форма на точки или шари. Тутунот (*Nicotiana tabacum*), претставува класичен пример од растенијата кој се јавуваат како индикатори за степенот на загаденоста на воздухот со озон. Во 1979 година било докажано дека оштетувањата на листот на тутунот со појава на карактеристични точкички се резултат на озонот (Штраус, 1989).

Хлор (Cl_2) - е познат како зелено-жолт гас со остра загушлива миризба и е 2,5 пати потежок од воздухот. Кај скриеносемените растенија првите симптоми на оштетувања од соединенијата на хлорот се поврзани со појава на хлороза, пегавост на горната површина на листот слично на повредите од озонот.

Цврсти честички - Прашината е најгрубата дисперзија што ја формираат честичките со пречник поголем од 10 микрометри. Грубата и лебдечката прашина потекнуваат од природни и антропогени извори и претставуваат значаен показател кој го одредува степенот на загадувањето на атмосферскиот воздух. Во доста загадените реони на поголемите градови и во околината на индустриски комплекси, количината на прашина може да достигне $2 - 25 \text{ t/km}^2$ месечно. Прашината има особено негативно влијание врз силажирањето на суровата сточна храна. Во пределите со висока емисија на прашина каде што се одгледува овошје и зеленчук (во близина на топилници за обоени метали, фабрики за производство на

фосфати и други кој во атмосферата исфрлаат прашина која содржи олово, цинк, цадмиум, флуор, арсен и др.), може да дојде до толкаво загадување на плодовите што истите не можат да се измијат само со вода.

Кисели дождови - настануваат со оксидација на некој соединенија во атмосферата посебно на сулфур диоксидот, озонот, водородниот пероксид итн. и можат да предизвикаат штетни влијанија врз екосистемите директно или индиректно. Доколку под влијание на киселите дождови се изменат биолошките и физичко-хемиските карактеристики на почвата може да дојде до промена или изумирање на живите организми. Иако почвата располага со извесна пуферизациона способност со која ги неутрализира јоните кој предизвикуваат закиселување, сепак таквата способност е во зависност од типот на почвата, начинот на обработката и од близината на загадувачите на атмосферскиот воздух.

3.9.2. Загадување и заштита на воздухот

Тенкиот гасовит дел кој ја опкружува Земјата ја претставува атмосферата. Како резултат на вртложното движење и струењето на гасовите до 90 km составот на атмосферата е изедначен. Во тој дел односот на содржината на O_2 , N_2 и инертните гасови е постојан и се нарекува **хомосфера**.

Смесата од гасови од постојан состав и други соединенија со променлива содржина го сочинуваат воздухот. На височина од над 90 km состојките од атмосферата претежно се движат со дифузија која е бавна, заради што нејзиниот состав не е изедначен, па овој дел од атмосферата се нарекува **хетеросфера**.

Составот на воздухот кој ја опкружува нашата планета е резултат на развојот на Земјата, живиот свет и атмосферата. Содржината на CO_2 , O_2 и N_2 во воздухот првенствено е резултат на развојот и активноста на живиот свет.

Чистиот воздух денес може да се најде само во далечните од човекот ненаселени предели, неговиот состав е следниот N_2 -78,10%; O_2 -20,90%; (Ar, Kr, Ne, He и Xe) - 0,94%; CO_2 - 0,03% и H_2 0,01%

Покрај нив во воздухот во трагови се наоѓаат: CH_4 , Оз, CO и NH_3 . Тие потекнуваат од *повисоките делови на атмосферата (Оз)* или *се создаваат во текот на разградувањето на органската материја* или *како резултат на влијанието на временските услови*.

Содржината на кислород во атмосферата во нормални услови ги задоволува потребите на растенијата, па затоа *не се јавува како ограничувачки фактор* во растителното производство *недостигот од кислород може да се појави во почвата*. Во тој случај растот на коренот и ртењето на семињата е забавено, се намалува активноста на некои микроорганизми во почвата и др.

Молекуларниот азот не влијае на животните процеси на растенијата, така што тој не се смета како еколошки фактор. Единствено одредени видови организми се во состојба да го врзат молекуларниот азот од воздухот, тоа се **симбионтските** и **несимбионтските азотофиксатори**.

Во воздухот се наоѓа водена пара, која е од голема важност за живиот свет. Животните и растенијата се физиолошки и морфолошки прилагодени на одреден степен на заситеност на воздухот со вода, па затоа *поголемите отстапувања*

можат многу неповолно да влијаат на нивната животна функција. Така на пример, преголемата заситеност на воздухот со вода доведува до намалена транспирација кај растенијата, што повлекува со себе редица од несакани ефекти. Во одредени услови некои растенија можат да задоволат дел од своите потреби за вода од воздухот.

Како резултат на човековата активност и некои природни појави, во воздухот можат да се најдат и цврсти честички (поленов прав и прашина).

Воздухот има две основни функции: **биолошка** (примарна) и **производна** (секундарна)

примарната улога на воздухот се огледа во:

- обезбедувањето на аеробните организми со кислород и на фотосинтетичарските организми со јаглероден диоксид.
- воздухот претставува извор на азот, неопходна состојка на сите организми.

Растенијата имаат големо влијание во кружниот тек на елементите во биосферата, а посебно во обновувањето на кислородот во воздухот. Тој се ослободува во процесот на фотосинтезата. Заради тоа, овој процес покрај **физиолошкото** има и **еколошко** значење.

Секундарната (**производна**), функција на воздухот е заснована на присуството на кислородот и други елементи. Кислородот од воздухот е неопходен во сите процеси на согорување, добивање на секундарна топлотна и терцијална (електрична) енергија, а исто така и за бројни други активности на човекот. Азотот од атмосферата се користи на пример за производство на азотни ѓубрива. Атмосферата има и заштитна улога, иттијки ги живите организми од дејството на ултравиолетовите зраци, а исто така има и глобално влијание на температурата на земјата.

Од еколошки аспект, покрај наведеното, атмосферата претставува **динамички систем**. Движењето на контаминантите го одржуваат и потпомагаат ветровите, а важно е и влијанието на температурата, хемиските и физичките особини на загадувачите. Движењето на загадувачите на мали растојанија најчесто се одвива преку процесот на **дифузија**, кој претставува бавен процес.

Еколошкото значење на воздухот не се состои само во пренесувањето на загадувачите. Тој може и самиот да биде причина за загадување на средината, во случај на пренесување на прашината.

Ветерот со голема јачина може да предизвика ерозија на почвата. Движењето на воздухот има голема важност и за многу појави во животот и распространетоста на растенијата. Ветерот има влијание врз интензитетот на транспирацијата, влијае на примањето на вода и минерални материји од почвата, како и на нивниот асцендентен транспорт во растенијата, а со тоа влијае и на фотосинтезата. Директното делување на ветерот може да се забележи преку испуѓањето на плодовите на овошките, механичките оштетувања, кршењето на гранки и стебла. Движењето на воздухот има големо значење и во опрашувањето на цветовите и разнесувањето на семето и плодовите кај многу растенија.

Атмосферскиот притисок во нормални прилики нема поголемо еколошко значење. Тој влијае непосредно на растенијата дури при екстремни вредности. Посредно може да влијае бидејќи разликите во атмосферскиот притисок во одделни

области можат да ги раздвижат воздушните маси со различна релативна влажност и температура.

3.9.3. Класификација на загадувачите на воздухот

Индустијализацијата, урбанизацијата, развојот на сообраќајот и неадекватното рециклирање на отпадните материји доведуваат до зголемено количество на штетни хемиски соединенија во воздухот.

За загаден се смета воздухот кој е контаминиран со штетни материји во концентрација која го загрозува здравјето на човекот и неговата животна средина и материјалните добра.

Загадувачите на атмосферата покрај тоа што неповолно влијаат на здравјето на луѓето и животните и често го оштетуваат растителниот свет и почвата, можат да предизвикаат непријатна миризба, да ја намалат видливоста, да ги оштетат фасадите и историските споменици и да предизвикаат корозија на металот.

Загадувањето може да биде **локално** и **глобално**. Во случај на глобално загадување, штетните материји со воздушните струења се пренесуваат на голема далечина. Утврдено е дека загадувањата во Германија се, пренесуваат до Северна Италија и јужна Шведска. Глобалното загадување е и зголемувањето на концентрацијата на CO₂ во атмосферата и почвата.

Локалното загадување е врзано за потесни подрачја и поголеми индустриски комплекси, градови и др. Загадувањето на атмосферата опфаќа три главни компоненти:

изворите, атмосферата како посредник и рецепторите на кои штетните материји делуваат.

Извори на материји кои го загадуваат воздухот

Изворите на загадување на воздухот се многубројни, најважни се:

- *производството на енергија, сообраќајот индустриските процеси.*

Покрај овие антропогени фактори постојат и природни појави кои можат да го загадуваат воздухот како што се:

- *шумските пожари, ерупцијата на вулкани, земјотресите и др.*

Хемиските и физичките особини и штетноста на одделни материји кои се ослободуваат од антропогените и природни извори на загадувачи се различни (Таб.7)

Како резултат на антропогеното делување, воздухот во најголем степен се загадува со гасови кои настануваат при согорувањето на фосилните горива и технолошките постапки од разни индустриски.

Моторите со внатрешно согорување исто така претставуваат големи загадувачи на воздухот. Според некои согледувања, автомобилскиот сообраќај учествува со 60% од вкупната количина на сите супстанции кои го загадуваат воздухот. Во издувните гасови на возилата се наоѓаат околу 180 органски соединенија од кои најголем дел се канцерогени. Во бројните технолошки процеси во хемиската индустрија исто така се ослободуваат значајни количини штетни материји кои го загадуваат воздухот.

Таб. 7. Потекло особини на гасовише кои најчесто ја загадуваат атмосферата (Dassler, 1979)

Вид	Извор	Делување врз живите организми
Сулфур диоксид (SO_2)	Печки во кои согорува камениот јаглен, топилниците, хемиската индустрија, производството на кокс (сува дестилација), производството на сулфитцелулоза	Ги оштетува дишните органи и асимилационата површина, - оштетувањата се воочуваат и до 30 km оддалеченост од изворот
Водород-флуорид (HF), силициум флуорид (SiF)	Производство на фосфорни ѓубрива, топилниците за алуминиум, индустријата за цигли, керамика, стакло, потрошувачи на јаглен	Мали концентраци се токсични, а делуваат на помали растојанија од изворот (од 1 до 5 km)
Сулфур-триоксид (SO_3)	Производство на сулфурна киселина	Делува корозивно обично на помало растојание заедно со SO_2
Хлороводородна киселина (HCl), хлор (Cl_2)	Електролиза на Cl, согорување на отпадоци од PVC и јаглен кој содржи соли	Најчесто оштетува само на мали растојанија
Соединенија на Pb, јаглероден моноксид, оксиди на азотот, NO, NO_2	Возила, хемиска индустрија	Оштетувања на растенијата во индустриски региони и покрај фреквентни сообраќајници
Водороден-сулфид (H_2S)	Преработка на нафта, индустрија за сулфатна целулоза, производство на вештачка свила	Токсичен, инхибитор на ензими
Амонијак (NH_3)	Поголеми фарми, производство на азотни ѓубрива	Оштетувања на мали растојанија

3.10. Водата како еколошки фактор

Се поактуелниот феномен на глобалното затоплување и промена на климата го доведува во прв план проблемот со доволно количество вода на располагање, како во високо развиените земји со интензивно земјоделско производство така и во подрачјата со недоволно производство на храна во кој растителното производство е на ниско ниво на агротехника и често е загрозувано со појава на суша.

Значењето и незаменливоста на водата за продуктивноста на растенијата се темели на разноврсните функции на водата во метаболизмот на растенијата. Познавањето на тие функции и севкупниот воден режим на растенијата има пресудно значење за одржливото растително производство и примената на агротехнички мерки со кој може да се подобри управувањето со водата, како на ниво на поделен посев така и на глобално ниво.

Улога на водата кај растенијата:

- Неопходна за раст и развој;
- Растворач;
- Преносител на материи низ растението;

- Реактант во биохемиските реакции;
- Одржување на цврстината и формата на растенијата;
- Средство за ладење на растението;
- Фактор за квалитет.

3.10. 1. Однос на клетките спрема водата и растворите

Големата потреба на растенијата за вода и *важната улога на водата во физиолошките процеси во растението* придонесуваат водата да биде еден од лимитирачките фактори за брзината на растот и развојот, синтезата на органските материи, продуктивноста и квалитетот на растителните производи.

На клеточно ниво, но и на ниво на цело растение, водата представува *транспортен медиум* во кој се одвива преносот на метаболите во клетката и низ растението во целина.

Релативно малиот молекул на водата, заради својот диполен карактер, покажува голем афинитет спрема различните јони и електрички набиени групи на органски соединенија и е *универзален раствор*.

Како значаен дел на протоплазмата, водата представува *средина во која се одвиваат сите хемиски реакции во клетката, но и самата влегува во тие реакции како реактант или се јавува како нуспродукт*.

Голем дел од водата која растението ја усвојува од околината поминува низ растението и излегува во надворешната средина при што се издвојува и вишок топлина и *растителниот организам се чува од претерано загревање (терморегулација)*.

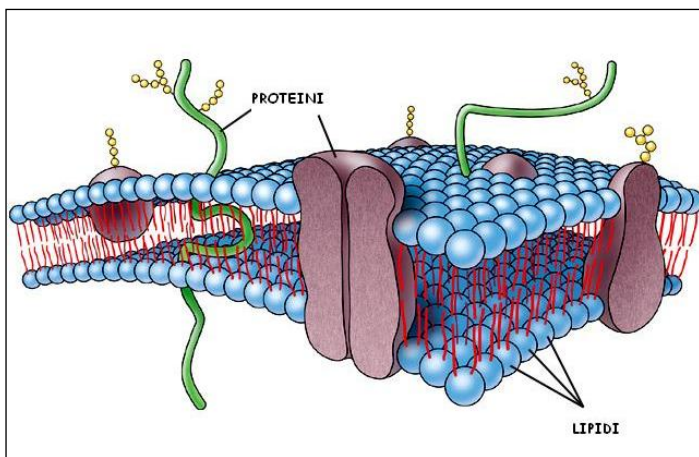
Конечно, *квалитетот на растителните производи, особено репродуктивните органи (цвет, плод, семе), често зависи од содржината на водата во ткивата*.

Статусот на водата во почвата, растенијата и во атмосферата вообичаено се дефинира под поимот воден потенцијал, под кој се подразбира хемискиот потенцијал на водата во одделни делови на некое соединение, во споредба со хемискиот потенцијал на истата вода при истата температура и атмосферски притисок. Водениот потенцијал се мери во МПа и за иста вода при атмосферски притисок од 101 kPa и температура од 298 K изнесува 0 МПа. За водата која е составен дел на некој раствор велиме дека има одреден осмотски потенцијал. На пример, сахарозна концентрација $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ има осмотски потенцијал -2,4 МПа при стандардни услови на атмосферскиот притисок и температура. Осмотскиот потенцијал секогаш има негативна вредност, која колку што е поголема толку е и поголем бројот на растворени материи.

Бабрењето представува примање вода во форма на течност или пареа од страна на некоја високомолекуларна материја (материја за бабрење), пропратено со зголемување на волуменот. Во текот на бабрењето водата навлегува во материјата за бабрењето по пат на дифузија. Молекулите на водата кој при тоа се врзуваат губат дел од својата кинетичка енергија која се претвара во топлина. Бабрењето е многу значајно за одржување на структурата и функционалноста на протоплазмата на клетките, а се базира на капиларниот и колоиден ефект на врзување на водата.

Кај некој растенија или органи усвојувањето на водата во голем дел или исклучително се базира на бабрењето.

Сите физиолошки процеси се одвиваат во протоплазмите на клетките, а во голем дел и во клеточните мембрани. Пропустливоста на протоплазмата за вода и растворливи материи зависи од градбата и функционалноста на биомембраните и подлежи на законите на дифузија и осмоза. Протоплазмата на живите клетки се смета за колоиден раствор во кој водата е течна фаза а молекулите на белковините се цврста дисперзирана (распрскана) фаза. Белковините заради големиот број на



хидрофилни групи врзуваат 0,3-0,62 g вода/g, затоа семињата со висока содржина на протеини бараат поголема количина на вода за да би можело да започне 'ртењето во споредба со семињата во чив ендосперм превладуваат јаглехидрати.

Сл.26 Флуидно - мозаичен модел на клеточна мембрана

Дифузијата ги преместува молекулите на вода од подрачја каде што ги има релативно повеќе кон подрачја каде што нивната застапеност е помала. Доколку два раствора се со различен воден потенцијал и се одвоени со полупропустлива мембрана, која со своите пори ги пропушта молекулите на водата но не и молекулите на растворените материи, водата дифундира од растворот со поголем воден потенцијал низ мембраната кон растворот со помал воден потенцијал, при што зборуваме за **осмоза**.

Надворешниот раствор (во интерцелуларите и порите, почвениот раствор или протоплазмата на соседните клетки), кај кој осмотскиот притисок е еднаков на осмотскиот притисок во клетката е **изотоничен**, а ако е поголем е **хипертоничен**.

Во таков раствор може да дојде до **плазмолиза**, кога како резултат на губењето на водата се намалува волуменот на вакуолата и доаѓа до издвојување на протопластите и плазмалемата од клеточната обвивка. Загубата на вода од клетките предизвикува намалување на тургорот, и тоа се манифестира на надворешниот изглед на растението, свенување што всушност претставува акутен недостиг на вода. Привремено венење се јавува во деновите кога загубата на вода е поголема од усвојувањето но со снижување на температурата на воздухот или со зголемување на пристапноста на водата во почвата т.е. супстратот, доаѓа до освежување на растението и враќање во нормала. Трајно венење се случува при подолг период на недостиг на вода, кога заради издвојување на кореновите влакненца од почвените честички во сушни услови доаѓа до нивно изумирање.

Хипотоничниот раствор има помал осмотски притисок во однос на клетката. Ако клетката повторно ја ставиме во вода или хипотоничен раствор, ќе дојде до деплазмолиза и враќање на тургорот.

3.10.2. Својства и фракциски состав на водата во растенијата

Физичко хемиските својства на водата како хемиско соединение го одредуваат нејзиното учество и значење на водата во физиолошките процеси, потоа облиците во кој може да се најде во растенијата, како и односот на растението спрема расположивата вода во околината.

Во основа, главни облици на водата во растението се **слободна и врзана** вода. Во зависност од односот меѓу тие два облика зависи целокупниот статус на водата во растението. Како во нормални услови за време на интензивниот раст преовладува слободната вода, која релативно брзо поминува низ растението и му служи како транспортно средство и ги има сите својства на слободни молекули на вода. Растенијата захтеваат голема количина на достапна за нив вода во супстратот. Просечно околу 99 % од усвоената вода поминува низ растението како транзитна вода а само 1 % се задржува во растението као *хемиски врзана* (0,1-0,2%) или *хемиски неврзана* (0,08-0,09%).

Слободната, транзитна или транспирациска вода се движи од коренот преку стеблото до листовите и сите надземни органи на растението каде што се излучува во поголем дел преку транспирација но и на други начини на издвојување на водата во околината. Тој облик на водата во растението *не ги менува своите физичко-хемиски својства иако може значајно да влијае на интензитетот на физиолошките процеси.*

Слободната вода има големо значење за *асцендентниот транспорт на материите од коренот во надземните делови (усвојување и пренос на хранливите материји, како и регулација на топлината во растението.* Имено, слободните молекули на водата го апсорбираат инфрацрвеното (топлинско) зрачење, кое со испарување на водата од растението преку различни видови на транспирација се издвојува од растителниот организам, со што растението се штити од претерано загревање. Во услови на зголемена температура на воздухот, и ниска релативна влага во атмосферата и во присуство на ветер, транспирацијата може да биде значително зголемена, и сето тоа пропратено со недоволна пристапност на водата во супстратот може да предизвика одреден стрес кај растенијата заради дехидратација на колоидите и зголемено создавање на слободни радикали на молекуларно ниво. Во такви услови во отпорните односно аклиматизирани растенија се активираат одбрамбени механизми за сочувување на усвоената вода и неутрализација на штетните меѓупродукти на метаболизмот. Еден од тие механизми за заштита е *сврзување на молекулите на водата на јони и молекули од хидрофилен карактер.*

Врзаната вода има изменети својства, зависно од начинот на врската со различни честици во протоплазмата на клетките. Дел од усвоената вода кој се врзува на различни честици со физичко-хемиски сили се подразбира под поимот

општа хидратација, каде што учествува *осмотската, хемохидратациски и имобилизациски врзаната вода*.

Осмотски врзаната вода сочинува хидратациска обвивка околу осмотски активните честица како што се јоните и помалите органски молекули со поларна градба (прости естри, аминокиселини, органски киселини).

Колоидно врзаната вода е привлечена со поларни групи на поголеми органски молекули (белковини во протоплазмата) при што колоидните мицели кај кои водата со хемохидратација е врзана за надворешните и внатрешните површини. (мицеларна и пермитоидна хемохидратација).

Имобилизираната вода е облик на сврзана вода кој представува молекули на вода које се геометриски или структурно врзани во микрокапиларните простори на различните полимерни материи. Наведените молекули ги имаат својствата на слободна вода, но не учествуваат во транзитната вода бидејќи им е ограничено движењето. Меѓутоа, со своето присуство влијаат на процесите на бабрење и големината на матрикс потенцијалот (хидрофилни површини на колоидни честици и крупни структури како што се клеточните мембрани).

Хигроскопно врзаната вода представува *цврсто адсорбирана или имобилизирана вода која неможе да се издвои ниту со сушење на 105°C*.

Доколку дојде до промени во снабденоста на клетките со вода, доаѓа и до прераспределба помеѓу облиците на вода во клетките, па во услови на суша расте релативната содржина на врзаната вода. Слободната вода како најподвижен дел прва се губи од клетките во услови на дефицит, додека кај добрата снабденост расте вкупната хидратација со релативно поголема содржина на слободна вода.

Посебен облик на вода во клетките кој може да биде слободна но и да постане врзана е тн. *ендогена* или *метаболичка* вода. Настанува како продукт на различни биохемиски реакции во различни физиолошки процеси, најчесто со дејство на еден или повеќе ферменти. Во процесот на дишење, водородот во супстратот се одвојува преку анаеробни дехидрогенази и се предава преку аеробни дехидрогенази, кој го пренесуваат на кислородот со потекло од воздухот.

Создадениот водороден пероксид под дејство на ферментите каталаза и пероксидаза се разложува на вода и кислород, а добиената вода се нарекува ендогена.

При транспорт на електрони во фотосинтезата и дишењето како и во сите процеси каде што цитохромите учествуваат како преносители на електрони, како нуспроduct се јавува ендогената вода. Значителен дел од ендогената вода настанува во анаболитичките (синтетски) процеси како што е елонгацијата на ланците на полипептидите во синтеза на протеините или полимеризација на моносахаридите во сложени шеќери. Исто така реакциите на естерификација (реакции помеѓу киселини и алкохоли, нпр. виши масни киселини и глицерол при синтезата на липидите) ствараат ендогена вода како спореден продукт.

Ендогената вода може да настане и по неензимским пат, преку размена на кислород и водород од различни соединенија. Овој облик на вода ги има сите својства као и егзогената вода (усвоена од надворешната средина), со подеднаков интензитет се вклучува во физиолошките процеси и учествува во прометот на водата во растенијата. Со други зборови, ендогената вода го сочинува делот на водниот биланс на растението, неговиот воден капацитет, делува на вкупниот

дефицит на водата и вододржливата способност на растенијата. Особено е значајна во метаболизмот на сукулентните растенија, кој се морфолошки и физиолошки прилагодени на екстремни услови на недостаток на вода во аридни (сушни) региони.

3.10.3. Еколошки форми на растенијата во однос на водата

Во текот на филогенетскиот развој се формирале посебни еколошки групи на растенија кој со својата морфолошка градба и динамика на развојот се прилагодиле кон условите на влажност на одредено станиште. Растенијата кој ја населиле хидросферата и се прилагодиле за живот во неа со дел од телото или со целото свое тело се нарекуваат **хидрофити**.

Други растенија ги населиле најсувите станишта на копното и ги прилагодиле своите органи и својот хабитус на периодичен или траен недостиг на вода и се нарекуваат **ксерофити**.

Специфичностите на хидрофитите се најмногу изразени во нивните анатомско - морфолошки карактеристики, и сите разлики помеѓу нив се како резултат на прилагодување на живот на различните водени длабочини.

Водната вегетација во хидросферата може да се подели на вегетација која ги населува *копнените води* и вегетација која ги населува *морско - океанските води*. Океаните завземаат 70%, а копнените води само 2% од Земјината површина, што значи дека хидросферата е најголемото станиште на живите организми на Земјата. Животниот простор на хидросферата изнесува 1,6 km², а тоа значи 300 илјади пати поголем од животниот простор на педосферата.

Науката која ги проучува својствата на хидросферата се нарекува **хидрологија**, делот од неа кој се занимава со изучување на морињата и океаните се нарекува **океанологија**, додека копнените води ги испитува науката **лимнологија**.

Хидробиологијата се занимава со проучување на живиот свет на водените биотопи. Организмите кој живеат во морињата и океаните се означени како *таласион*, а живиот свет на копнените води, *лимнион*. Од микроорганизмите, во хидросферата живеат аеробни и анаеробни микроорганизми (бактерии). Мововите се сувоземни растенија, но некои од нив живеат и во слатките води. Папратите (Pteridophyta) многу ретко доаѓаат во хидросферата. Такви се видовите од родот *Isoetes* и некој видови од родот *Equizetum*. Видот *Equizetum arvense* L. се среќава како плевел во оризите во кочанско, како и на некој потешки и влажни почви низ целата наша држава (Сл. 27).



Сл.27 *Equisetum arvense* L.

На преминот меѓу хидросферата и педосферата се јавуваат трските, карексите и некој други растителни видови.

Хидросферата се одликува со ред физички, хемиски и други карактеристики различни од другите сфери на живот. Водите на морињата и некои езера се многу побогати со леснорастворливи соли.

Концентрацијата на солите во морската вода може да биде 100 пати поголема отколку кај тврдата слатка вода (тврдост на водата се пресметува со количина на вкупни соли во водата изразени во CaO), а за 537 пати од меката слатка вода.

Разликите во содржината на кислородот во водата и атмосферата се изразито големи, што значи, во еден литар воздух има 25 пати поголема количина на кислород отколку во еден литар вода.

Водите богати со хранливи материи (*еутрофни*), се побогати и со кислород, за разлика од водите сиромашни со хранливи материи (*олиготрофни*).



Сл.28 *Polygonum amphibium*



Ranunculus aquatilis



Ranunculus lingua

Хигрофити

Претставуваат група на сувоземни растенија кои се ориентирани да вегетираат на станишта со прекумерна влажност, припаѓаат помеѓу хидрофитите и мезофитите. Според Шењиков (1950), хигрофитите се делат на *шумски хигрофити* и *хигрофити на отворени станишта*. Оваа група на растенија нема потешкотии со снабдувањето со вода, но поради високата релативна влажност на воздухот транспирацијата е оневозможена, а тоа растенијата го надополнуваат со гутација, односно се ослободуваат од вишокот на вода во вид на капки по ивиците на листот. Најтипичен претставник од оваа група е видот *Himennophyllum*, како и видовите *Oxalis acetosella*, *Circea alpina*, *Chelidonium majus*, и други. За сите нив е карактеристично што имаат нежни и тенки листови составени од неколку слоеви на клетки.



Сл.29 *Oxalis acetosella*



Chelidonium majus



Circea alpina

Мезофити

Видовите кој живеат на станишта кој што не се ни премногу влажни ниту пак премногу суви се нарекуваат **мезофити**. Тие се преодна група меѓу ксерофитите и хигрофитите. Видовите од двете екстремни групи, односно ксерофитите и хигрофитите можат да примаат карактер на мезофити. Исто така и мезофитите можат да примаат особини на ксерофитите и хигрофитите ако се адаптираат на нивните еколошки услови.

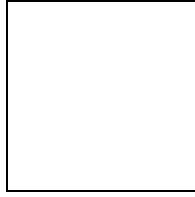
Типични претставници на мезофитите се видовите *Trifolium pratense* и *Vicia craca* (Сл. 30).



Сл.30 *Trifolium pratense*

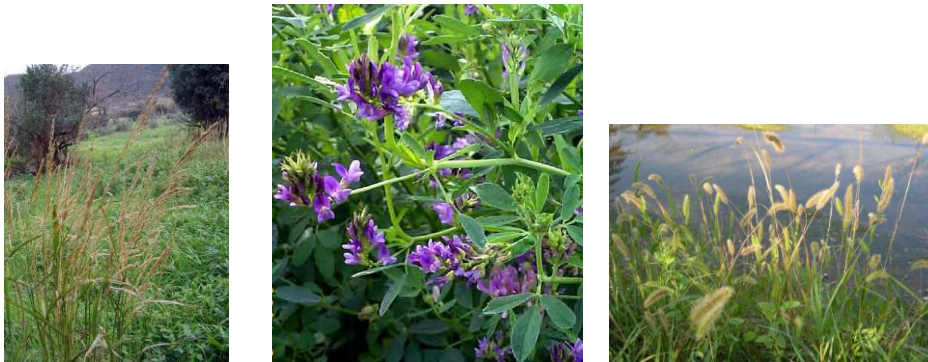


Vicia craca



Сл.31 Анатомска градба на лист на две мезофитни растенија:
а) *Trifolium pratense*, б) *Vicia craca* (Шењиков, 1950)

Мезофитите се одликуваат со специфична морфологија која е одраз на својствата на стаништето. Кај тревестите мезофити, должината на кореновиот систем често ги надминува височините на надземните делови од растенијата. Коренчињата располагаат со коренови влакненца, листовите се големи, плоснати, често се многу тенки и меки со умерено развиени механички ткива и спроводни елементи, палисадни и покровни ткива, епидермисот кутинизирани, а бојата на листовите обично е темно зелена што укажува на голема содржина на хлорофил. Стомите најчесто се помалубројни и поголеми во споредба со растенија кој вегетираат на суви станишта, а побројни во споредба со оние кај растителните групи кој припаѓаат на хигро и хидрофитите. Како типични мезофити може да се споменат и *Festuca pratensis*, *Medicago sativa*, *Phleum pratense* и др.



Сл.32 *Festuca pratensis* *Medicago sativa* *Phleum pratense*

Ксерофити

Во оваа група на растенија спаѓаат видовите на растенија кој успеале во текот на својот онтогенетски развој да се спротивставуваат и адаптираат кон сушата на стаништето, обезбедувајќи го на тој начин својот живот во такви услови каде што хидрофитите и мезофитите не можат да вегетираат. Поради специфичниот начин на отпорноста кон сушата, Грачанин, (Грачанин - Илијаниќ, 1977) ксерофитите ги делат во три групи:

- *Еуксерофити* : растителни видови кој можат добро да ја поднесат физиолошката суша, односно сушата на клетката, во оваа група спаѓаат повеќе нижите растенија како што се повеќе едноклеточни алги, лишаи, мхови а и некој цветници како на пр: *Olea europaea*, *Ramonda nathaliae* и др.



Сл.33 *Olea europaea* *Ramonda nathaliae*

- **Параксерофити** : група на растенија кои ја поднесуваат еколошката суша т.с. сушата на атмосферата и педосферата, благодарение на силно развиениот коренов систем кој со својата разгранетост продира до длабоките почвени слоеви и може да осигураат минимални количества вода за надземните органи и за време на најголемата суша, се одликуваат со висок осмотски потенцијал и со мала вискозност на протоплазмата.
- **Хемиксерофити** : тоа се растенија кои добро ја поднесуваат сушата на стаништето благодарение на водата која што ја акумулираат во своите органи за време на влажните периоди, а имаат и способност за време на сушата да ја ограничуваат и транспирацијата. Во оваа група спаѓаат типичните сукулентни растенија како што се кактусите, агавите, алоите, некои видови од млечките и други.

Сукулентни ксерофити - Сукулентноста е резултат на делењето на клетките во областа на паренхимот, зголемување на вакуолите и намалување на меѓуклеточните простори. Овие внатрешни промени на клетките и ткивата на сукулентните растенија им даваат можност за време на дождовниот период да акумулираат значителна количина на вода. Сукулентноста може да биде коренска (*Ceiba parvifolia*), стеблена (*Cactus, stapelia*) и лисна (*Agave, Aloe, Gasteria*).



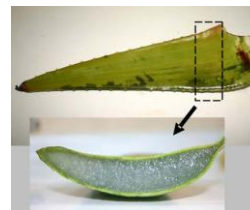
Сл.34 *Ceiba parvifolia*



Cactus, stapelia



Aloe vera



Кактусите се едни од најдобро проучените сукулентни растенија. Нивниот коренов систем е рположен релативно плитко до самата површина на почвата. Тоа својство им дава можност да ја искористуваат водата и од најоскудните дождови.

Кактусите и некои други сукулентни видови се карактеризираат по тоа што имаат мал број на стоми кој дење се затворени, а во ноќта ги отвараат.

Благодарение на затвореноста на стомите во текот на денот и намалување на лисната површина како резултат на метаморфозирани листови кои се претворуваат во трнчиња, а и силно развиена кутикула, интензитетот на транспирација кај сукулентите е многу мал. Осмотскиот притисок на клеточниот сок кај кактусите не е многу голем, но И покрај тоа поднесуваат високи температури и до 60°C, а за разлика од нив пченицата загинава на 49°C, за време од 10 минути. Издржливоста на кактусите на високи температури веројатно е резултат на вискозност на протоплазмата и големиот процент на врзана вода. Високата вискозност на протоплазмата условува побавен метаболизам каде што дишењето не се одвива до добивање на крајни продукти. Еволуцијата на сукулентите минувала кон обезбедување на резервна вода, а не кон адаптација за издржување на голем воден дефицит.

Ефемери - се растителни видови со многу краток вегетациски период и најчесто се јавуваат во топлиите пустини на Средна Азија кој во пролетните месеци ја даваат зелената покривка на тие пространства. Ваквата физиономија трае само 30 - 45 дена, а потоа пустините прегоруваат. Растителноста за овој краток период го завршува својот раст и развиток образувајќи семе, со тоа што повторно ќе се развиваат во исто време идната пролет.

3.10.4. Загадување и заштита на водата

Значење и својства на водата

За сите растенија за Земјата како планета во целина, водата има големо и повеќестрано значење. Се смета дека на површината на Земјата денес има приближно 1,5 милијарди км³ вода. Од нив 97,3% е солена вода. Водата не е рамномерно распространета на Земјата. Приближно 99,5% припаѓа на големите морски пространства, а само 0,5% на копнените води. Многу важни во глобални рамки се поларниот и копнениот вечен мраз. Меѓутоа заради промена на климата истите се во голема мера загрозувани.

Водата во природата се наоѓа во долните делови од атмосферата, во тропосферата, каде ја претставува т.н. **атмосферска вода**, потоа на површината на Земјата, т.н. **хидросфера**, тоа се површински води како и во земјината кора во литосферата. Тој дел го опфаќаат **подземни води**, како и еден незначителен дел од вкупниот биланс на вода која влегува **во состав на ткивата од животинскиот и растителен свет**.

Односот на количината на водата во **атмосферата, хидросферата и литосферата, изнесува 1:100,000:10**.

Бројни физички и хемиски особини ја прават водата идеална средина за многу организми. Според денешното гледиште, животот, веројатно потекнал во вода, во првобитните океани. Водата е неопходна и незаменлива за целокупната биоценоза. Таа **влијае на климата, претставува, предмет и средство за работа, извор на енергија, естетски елемент на природата, па затоа претставува општествено богатство**.

Планетата Земја има *огромни водени резерви*, вбројувајќи ја водата која се наоѓа во атмосферата, *но не и доволно квалитетна вода* која е соодветна за употреба на човекот и за наводнување.

Како резултат на се поголемата загаденост на средината, денеска е многу *критична состојбата во однос на ресурсите на чиста вода*, што е особено изразено во индустриски региони и обласа кои се сиромашни со вода за пиење. Се смета дека *проблемот со недостигот на чиста вода за пиење во светски рамки е дури и поголем од недостигот на енергијата*.

Се проценува на пример дека во *Латинска Америка и на Карибите 90 милиони луѓе* се загрозувани од недостаток на чиста вода, а во *југоисточна Азија дури 630 милиони*. Затоа денес се прават големи напори во насока на што *порационално користење и заштита* на водата од понатамошно загадување воопшто, а посебно на квалитетната вода за пиење.

Зачувување на водата од загадување има *исклучителна важност и за земјоделството*. Фармите за одгледување на добитокот имаат потреба за чиста и квалитетна вода. Таа претставува еден од основните услови за успешен развој на сточарството.

Растителното производство, посебно *производството на квалитетна, здравствено безбедна храна е незаменлива без чисти незагадени површини и подземни води*. Постоењето на квалитетна вода, посебно е значајно во сушните предели, во кои поголеми и постабилни приноси можат да се добијат само во услови на наводнување. Имајќи го претходното во предвид, *заштитата на водата од загадување во рамките на заштитата на агрокосистемите и многу пошироко има исклучителна важност за земјоделското производство*.

Современото земјоделство *не е само голема потрошувач, првенствено на квалитетна вода, туку истовремено претставува и нивен потенцијален загадувач*. Затоа во процесот на производство при користењето на различни хемиски средства, растурањето на течните ѓубрива, отпадните води и друго, потребно е да се обрне особено внимание, да не дојде до загадување на површинските и подземни води.

Со загадувањето на водите не се загрозува само земјоделското производство, туку и целиот жив свет, како и економските и естетските вредности на природата, заради што овој проблем заслужува особено внимание.

Зачувувањето на водата од загадување е важно и од причини што потребата за квалитетна вода во светот секојдневно се зголемува, заканувајќи се да стане ограничувачки фактор за понатамошниот развој на нашата цивилизација.

Зголемената потрошувачка на вода во глобални рамки доаѓа како резултат на постојаниот пораст на бројот на жителите на Земјата, развојот на индустријата, земјоделството, културата на живеење и воопшто урбанизацијата на животната средина. Од периодот од 1945 до 1970 година, потрошувачката на вода во светот се зголемила за два пати. Потрошувачката на вода е најголема во економски развиените земји.

Водата во голема мера го одредува и карактерот на климата. Хумидноста на климата зависи од количината, интензитетот и распределбата на врнежите и заситеноста на воздухот со водена пареа. Хумидноста на педосферата зависи од количината на вода, која таа може да ја прими и да ја задржи, од количината на врнежи, нивото на подземни води и друго.

Заради исклучително големото, еколошко значење на водата и нејзината улога во животните процеси на растенијата, *недостатокот на вода честопати се јавува како ограничувачки фактор во растителното производство*.

Затоа заштитата на водата од загадување и нејзиното рационално искористување претставуваат предуслов за понатамошна интензификација на земјоделското производство.

Поим, вид и начин на загадување

Под загадена вода се подразбира секоја квалитативна и квантитативна промена на физичките, хемиските и биолошките својства и составот на водата.

Морињата, езерата и реките се помалку ги задржуваат своите природни својства. Во светот на интензивна индустријализација, урбанизација и демографска експанзија, огромни количини од отпаден материјал од индустријата, населбите, рудниците и друго доспеваат до поврашнските води. Тие со своите физички хемиски и биолошки особини, во голема мера влијаат на природната рамнотежа на воднените екосистеми и имаат несаканн последици по здравјето на човекот и економијата. Како резултат на се поинтензивната урбанизација и индустријализација во развиениот дел на светот скоро и да нема река или езеро кое не прима канализациона или отпадна вода од индустријата.

Загадените површински води во најголем број случаи имаат за последица и загадување на подземните води. Бидејќи големите реки најчесто протекуваат низ повеќе земји, проблемот со загадените водени текови, а често и езера, мориња и океани, станува и меѓународен проблем. Заради тоа денес големо внимание се посветува на пречистувањето на отпадните води а воопшто на заштитата на водите и водните екосистеми од загадување.

Потребите на урбаните средини, земјоделството и индустријата за квалитетна вода се се поголеми, а ресурсите на природна чиста вода се помали, меѓутоа загадувањето е се поинтензивно.

Постојат бројни класификации на извори и типови на загадување. На пример при загадување на реките можат да се разликуваат следните типови:

-отпадни води и други нечистотии со кои се зголемува потрошувачката на кислородот;

- предизвикувачи на инфекции, материи кој растенијата ги користат како храна;

- органски киселини;

- минерални и неоргански соли и киселини;

- тврд отпад;

- радиоактивни материи и

- термално загадување;

Загадувањето може да се категоризира и како:

- **урбано, индустриско, земјоделско и друго.**

На основа на делувањето и последиците кои загадувањето може да ги има на животната средина загадувачите можат да се категоризираат во:

- **хемиски, физички и биолошки.**

Хемиското загадување го предизвикуваат хемиските агенсии кои ги менуваат некои од природните особини на водата како на пример *вредноста на рН, количината на растворливиот кислород, мирисот, вкусот* и друго. Хемиското загадување може да биде *органиско и неорганиско*.

Физичкото загадување влијае врз менувањето на некои физички својства на водата: *прозрачноста, температурата, радиоактивноста* и др.

Биолошкото загадување на водата влијае врз присутноста на најразлични патогени (бактерии, вируси, габи), кои можат да бидат непосредни причинители на болести.

Отпадните води можат да ги загрозуваат површинските и подземните води. Загадувачите на површинските води можат да бидат:

- *индустриските и земјоделски објекти, населбите, енергетските објекти кои отпадните води ги испуштаат во канализационите системи или отворените канали.*
- *Обработливи површини исто така можат да бидат извор на загадување. Водите кои истекуваат од обработливите површини носат со себе: пестициди, нитрати, фосфати и друго.*

3.10.5. Извори на загадување на површинските води

Отпадни води од населбите

Голем извор на отпадни води претставуваат **населбите** кои преку своите канализациски изливи ги загадуваат површинските води. Отпадните води од населбите се создаваат како резултат на животните активности на населението.

Отпадните води од населбите можат да содржат материи кои се *суспендирани, емулгирани или растворени цврсти честички*. Тие главно содржат органиски материи. Неорганиските материи главно се состојат од средства за перење и хигиена и од отпадоци од различен состав.

Отпадните води на населбата ги карактеризира голема бактериолошка загаденост. Тие можат да содржат предизвикувачи на заразни болести и паразити, особено ако потекнуваат од клиниците. Отпадните води од населбите содржат и значителни количини *детергенти*, некои од нив подлежат на биолошко разложување, а некои не. Детергентите се главен извор на фосфати.

Атмосферските отпадни води можат да бидат приклучени на канализационата мрежа на населбите. Тие носат со себе загадувачки супстанции од воздухот, растворените оксиди, чадот, солта и сите загадувачки материи кои се наоѓаат на почвата, на покривите и на фасадите на куќите и улиците.

Заради големата оптеретеност на отпадните води на населбите со разни загадувачи тие не можат директно да се користат за наводнување. Градските отпадни води потребно е *биолошки да бидат пречистени*, доколку се користат за наводнување на ливадите, тревниците, градинарските култури, заради тоа што тие води содржат покрај останатото и *колиформни бактерии*.

Постои значајна разлика во степенот на контаминација на отпадните води од домаќинствата и градските отпадни води.

Отпадните води од домаќинствата, без учество на индустриските отпадни води се среќаваат кај помали населби. Тие по правило не содржат посебни штетни сотојки. Во овие води по жител дневно се акумулираат околу 75 g сува материја, околу 14 g азот, 3,1 g фосфор и 2,9 g калиум.

Градските отпадни води кои претставуваат мешавина на отпадните води од домаќинствата и индустријата се одликуваат со поголем степен на загаденост. Тие се обично со слаба алкална реакција и со ниска концентрација на растворени материи (од 450 до 650 mg/dm³). По хемискиот состав се многу различни. Тие содржат од 25 до 50 mg/dm³ азот, од 50 до 75mg/dm³ калциум, од 20 до 35 mg/dm³ магнезиум, понатаму 5-8 mg/dm³ фосфор, натриум, калиум и др.

Со поголеми содржина на Na се одликуваат отпадните води на домаќинствата. Во зависност од потеклото на градската отпадна вода можат да содржат и *поголема количина на тежки метали*, кои мораат да се имаат во предвид.

Индустриски отпадни води

Составот и количината на индустриските отпадни води зависи од бројни фактори, кои се карактеристични за секоја гранка, а најчесто за секоја индустрија.

Индустриските отпадни води опфаќаат:

- *процесни, разладни, санитарни и отпадни води од чистење на објектите и опремата на индустријата.*

Според видот на загадувањето индустриските отпадни води можат да се поделат на :

води кои претежно содржат *неоргански и органски материи*,

- *биолошки потешко или полесно разложливи.*

Индустриските отпадни води стануваат се поголем проблем и се се поголеми загадувачи на површинските, а посебно на подземните води. Ќе издвоиме некои големи продуценти на отпадни води како што се:

- *хемиската, металопреработувачката, прехранбената, текстилната индустрија, индустријата за кожа, како и енергетските и термоенергетските објекти.*

Отпадни води од индустријата содржат илјадници различни хемиски супстанции. Тие можат да бидат *типични и специфични*.

Голем дел од нив се многу токсични за биосферата и за водените станишта. Најзначајни загадувачи на отпадните води се:

- *суспендираните материи, органските материи (масла, хлориди и др.) потоа неорганските материи (сулфати, нитрати, фосфати, соли на тежки метали, флуориди, цијаниди, сулфиди).*

Според потрошувачката на вода прехранбената индустрија доаѓа веднаш по хемиската индустрија. Во таа гранка водата се троши за *транспорт на сировините, екстракција на корисните состојки, разладување, термичка обработка на готовите производи, чистење на просториите, опремата и друго*. Во отпадните води на оваа гранка од индустријата, се наоѓаат растворени или суспендирани разновидни претежно органски материи. Овие материи кои содржат (делови од организмите) подлежат на гниење.

Шеќераните спаѓаат во големи загадувачи на површинските води со *органски материи*. Во шеќераните обично постои рециркуларен систем на води од растоварувањето и миењето на репката, кои всушност ја сочинува најзагадената вода во шеќераните.

Отпадните води од шеќераните имаат слабо алкална реакција и содржат органски материи кои лесно и бргу гнијат. *При разложувањето на органската материја од отпадните води на шеќераните во анаеробни услови, се создава*

значителна количина **водороден сулфид** од кој се шири многу непријатна миризма. Водородниот сулфид неповолно влијае и на фауната на реципиентите.

Отпадни води од земјоделството

Отпадните води од земјоделството, претежно истекнуваат **од големите фарми за добиток**. Значителна количина ѓубрива се добива на фармите за говеда и свињи. Ова претставува отпадна вода која е високо оптеретена со органски и минерални материи. Нејзиното пречистување до квалитет за да може да се испушти во водотеците бара големи трошоци, што е економски неоправдано.

Најчесто на фармите се врши нивно одлагање во земјени базени -лагуни. Овие одлагалишта, најчесто немаат заштитен дел, па течното ѓубриво може да продри, во подлабоките делови од почвата, претставувајќи голема опасност за подземните води.

Единствено рационално и прифатливо решение е користењето на течното ѓубриво во растителното производство. За истото да може да се искористи, мора да се задоволат определени санитарни и еколошки услови. За постигнување на таа цел, течното ѓубриво мора да се подготви и да се стабилизира, при што се користат најразлични технологии. Една од нив е **анаеробната дигестија**. При оваа технологија **како спореден производ, се добива биогаз** кој може да се користи како извор на енергија и на тој начин да може да ги намали трошоците за обработка на течното ѓубриво.

Обработката може да биде и **аеробна**. Со аеробната обработка, се забрзува развојот на аеробните микроорганизми и минерализацијата на органската материја. При растурање на течното ѓубриво, најчесто, доаѓа до непријатен мирис на амонијак.

Отпадните води во сточарството, потекнуваат и од санитарните чворови и млекарите на фармите. Тие содржат средства за одржување на хигиената, заштитни средства, резидуи од лекови и микроорганизми кои се присутни во сточарското производство.

Подземните води претставуваат трајно обновлив природен ресурс. Подземните води можат да бидат по потекло од различни длабочини. **Подземните води од поголеми длабочини се бистри, без вкус и мирис и можат да се користат за пиење без претходно пречистување**. Подземните води имаат како ресурси на вода за пиење незаменлива улога и непроценливо значење. Таа нивна карактеристика потрено е да се чува, преку грижата за нивниот режим, спречувањето на ослабнувањето на нивните капацитети и зачувувањето на нивниот квалитет.

Температурата и тврдината на подземните води зависи од подлогата низ која протекуваат.

Составот на водата која протекува од малите длабочини може да биде сличен на површинските води.

Отпадните води кои мигрираат во поголемите води било, преку дождовите или со наводнување е особено големо. *Адсорптивната способност на почвата е исто така важна, доколку е таа поголема, продирањето на загадувачките материи во длабочина ќе биде помало. Исто така почвата која е прекриена со вегетација, многу подобро ги прочистува отпадните води.*

Во заштитата на подземните води од загадување, на почвата и припаѓа значајна улога. Од *физичките, хемиските и механичките особини и биогеноста на почвата, зависат евапорацијата и привремената ретенција на водата, интензитетот на разложување на органските материи, врзувањето на растворените минерални материи и нивното искористување од страна на растенијата.*

До загадување може да дојде како резултат на брзо површинско истекување или брзо процедување на отпадните води кон подземните води. Површинското истекување може ефикасно да се спречи, додека процедувањето, кое во најголем дел зависи од особините на почвата, тешко може да се контролира. Процедувањето е особено интензивно на лесни, песокливи почви, особено кога приливот на одредени количини на загадувачки материи, штитејќи ги на тој начин подземните води од загадување.

Биогеноста на почвата е многу важна, бидејќи од неа зависи во колкава мерка и со каква брзина ќе се разградуваат штетните материи. Во некои случаи таа може да биде и непожелна. На пример ако почвата е богата со органска материја, а исто така и отпадни води, интензивните процеси на минерализација и нитрификација ќе доведат до зголемување на концентрацијата на нитрати во подземните води.

Подвижноста и имиграционата способност на одредени јони и материи, воопшто во почвата е многу различна. Во многу подвижни јони кои во хумидни услови, лесно се преместуваат во поголеми длабочини спаѓаат: NO_3^- натр. SO_4^{2-} Cl^- , борната киселина и др., а во помалку подвижни кои бргу се врзуваат за адсорптивниот комплекс на почвата или преоѓаат во водата во тешко растворливи соединенија: амонијак NH_4^+ ; HPO_4^{2-} фосфат и друго.

Водата за пиење не може да содржи повеќе од 20 ppm нитрати. Оваа вредност може значително да се покачи, ако во близината на изворот се врши ѓубрење со поголеми дози азотни ѓубрива, и ако испирањето на азотот во подлабоките делови од почвата е поинтензивно. *Од еколошки аспект особено штетно е обогатувањето на подземните води со нитрати.*

3.10.6. Последици од загадување на водите

Загадувањето на водите може да предизвика далекусежни промени во акватичните биоценози. *Со внесувањето на загадувачки материи се менуваат физичките и хемиските особини на водата, се забавуваат или оневозможуваат процесите на самопречистување, доаѓа до промени во густината и дистрибуцијата и животинските и растителните видови во просторот и времето до натрупување и таложување на цврсти и суспендирани материи по дното на коритата, до деградација на природниот пејсаж.*

Делувањето на одредено загадување на материите зависи од:

нивната природа, концентрација како и бројните еколошки фактори. Најважни се: *температурата, концентрација на водородни јони.* Повисоките температури го потенцираат делувањето на некои отрови.

Ефектите од загадувањето на водите на акватичната биоценоза, можат да бидат непосредни и посредни.

Непосредното делување на токсичните материи (тешки метали, феноли, пестициди) претставува нивно влијание **врз животните процеси** на водените организми.

Посредното делување се остварува преку промена на важните природни својства на водата (температура, боја, рН вредност).

Под влијание на загадувачките материи се менува составот на биоценозата, трофичкиот, а многу често како последица исчезнуваат помалите толерантни форми, што има за последица осиромашување на разновидноста на биоценозата.

На ниво на популација се намалува бројноста на популацијата, се намалуваат репродуктивните способности, а се појавува хермафродизам.

Доаѓа до **промена на старосната структура**, се зголемува бројот на **возрасни организми** кои обично се **поотпорни** спрема загадувањето од помладите.

Се јавува и пореметување во однесувањето на животните, ориентацијата во просторот, губењето на способноста за пливање, измени во прометот на материите.

Органско – хемиско загадување

Најважни извори на органско загадување на водите се прехранбената индустрија, урбаните отпадоци и земјоделството, посебно сточарство. Главни состојки на органското загадување на водите се: остатоците од зеленчукот, овошјето, отпадните води на фабриките за шеќер, пиво, млечни и месни производи, потоа растителни влакна, масти и др.

Органските материи различно делуваат на квалитетот на водата и на акватичната биоценоза, во зависност од нивниот хемиски состав и биолошка деградибилност на водата. На основа на овие особини, тие можат да се групираат во четири категории:

- органски материи кои подлежат на разградување;
- материи чие разложување е многу бавно;
- материи кои бргу се разложуваат;
- органски материи кои имаат токсично дејство.

Органскиот отпад од природно потекло, под влијание на микроорганизмите, подлежи на разложување. Разложувањето тече преку оксидативните процеси како последица на што се намалува концентрацијата на кислородот во водата.

Вклучувањето на отпадните води од фармите за добиток кон водените текови, има за последица покрај останатото зголемување на концентрацијата на азот и фосфор, со што се зголемува опасноста од еутрофикација на водените текови. Затоа се препорачува нивно користење во наводнувањето, така што се намалува опасноста од загадување на водите, а истите придонесуваат во исхраната на земјоделските култури.

Отпадните води од фабриките за целулоза се многу богати со биолошки деградибилни органски материи. Затоа доведуваат до намалување на количината на кислород во водата што многу штетно влијае на биоценозата.

Отпадните води на шеќераните содржат сапонини. При ко-шцентрација на кисел сапонин од 6 mg/dm^3 доаѓа до угинување на рибите.

Фенолите во површинските води се испуштаат од многу индустриски погони. Тие делуваат многу токсично на акватичните организми. Во рибите се акумулираат особено хлор - фенолите, кое е двапати поголемо доколку во водата се присутни детергенти.

Урбаниот отпад, и водите од сточарските фарми, можат да содржат и различни лекови, како што се антибиотиците, сулфонамидите и други кои можат да претставуваат посредна или непосредна опасност за рибите и за здравјето на луѓето.

Во површинските води често се наоѓаат и полициклични ароматични јаглеводороди. Најчесто тоа се деривати на нафтата. Со нив може да е загадена и водата за пиење. Тие кај човекот можат да предизвикаат канцерогени заболувања.

Пестицидите кои се наоѓаат во водата го загрозуваат здравјето на рибите и другите водени организми, а преку нив и на човекот. Многу распространети претставници на индустриските отрови кои се пратечки супстанции, на органо-хлорните инсектициди се полихлорираните бифенили. Полихлорираните бифенили влијаат на хормоналната рамнотежа, предизвикуваат оштетувања на кожата и го зголемуваат црниот дроб.

При постојано внесување во организмот, пестицидите, можат да имаат и мутагено, канцерогено и тератогено дејствување. Со вообичаените постапки за добивање на вода за пиење преку водозафати на речна вода, пестицидите, тешко може да се отстранат од водата.

Урбаните отпадни води, а во помала мерка и индустриските се оптеретени со присуство на поголеми количини на детергенти. Според нивното делување, можат да се поделат во три групи: анјонски, катјонски и нејонски детергенти. За водените екосистеми најштетни се анјонски активните детергенти. Во оваа група спаѓаат сапуните, алкилсулфатите. Особено опасен е тетрапропиленбензолсулфонат TBS кој хемиски и биолошки тешко се разградува.

Анјон - активните детергенти, кои се користат за перење на алиштата, содржат најразлични адитиви, меѓу кои и фосфати. Заради преголема употреба на детергентите преку отпадните води на речните текови и езерата, доспеваат големи количини на фосфати, што ги забрзува процесите на еутрофикација на водата. За да се избегне тоа, се прават напори фосфатната компонента од детергентите да се зголеми со други супстанции со слични карактеристики.

Последици од физичкото загадување

Во случај на физичко загадување, доаѓа до промена на физичките својства на водата: осмотскиот притисок, температурата, бојата, мирисот, радиоактивноста и др.

Осмотскиот притисок на водата се менува како последица на загадувањето со соли.

Отпадните води од урбаните средини на пролет, после топењето на снегот и мразот, можат да содржат значителни количини на соли. Индустриската сол, во зимските месеци во градовите и на патиштата се користи за одмрзнување. На пример во САД, годишно, за тоа таа цел се користи околу 6 милиони тони сол. До концентрирано загадување на водата со соли може да дојде при експлоатацијата на нафтата.

Заедно со нафтата се извлекуваат големи, количини солена вода, која потоа се влева во истечните води. Индустриските отпадни води можат исто така да содржат големи количини на соли. На пример во реката Рајна се влеваат отпадните води од индустриското подрачје така што содржината на сол во неа е толку висока што нејзината вода, не може да се користи за наводнување, што им нанесува големи штети особено на земјоделците во тие региони.

Со загадувањето со соли се менува, минералниот состав на водата и осмотскиот притисок, што неминовно води кон промени во составот на биоценозата. Воочено е дека при обогатувањето на слатките води со соли се појавуваат халофитни организми, кои порано во нив не биле присутни.

Отпадните води се честопати загреани, а по влегувањето ја загреваат водата на приемникот. Во случај на води кои истекуваат тоа загревање, постепено се намалува заради влијанието на атмосферските и геоморфолошки услови и мешањето на природената свежа вода. Температурата се вбројува во најважните еколошки фактори, па затоа нејзината промена вкупно влијае врз сите елементи од акватичната биоценоза, составот, густината на популацијата и друго.

Покрај споменатите форми на физичко влијание на загадувачите на водата врз приемникот, постојат и други фактори кои зависат од карактеристиките, на загадувачите и локалните прилики. Некои отпадни води можат да ја заматат водата и битно да влијаат на нејзината боја и мирис. Менувањето на оптичките карактеристики на водата е примарно и во најголема мерка влијае на растителниот свет (фотосинтезата), а преку нив и на други акватични организми.

Површинските води претставуваат важни елементи на секој пејсаж. Промената на бојата и на мирисот во голема мерка ја намалуваат нивната естетска, практична а со тоа и економската и амбиенталната вредност на целата средина.

Во водата може да се најдат и радиоактивни материи. Радиолошката контаминација предизвикува многустрани и специфични биолошки ефекти соматски и генетски. Радиоактивните елементи можат да бидат многу отровни. На пример радкумот е 25 000 пати потоксичен од многу токсичниот арсен. Меѓутоа тој не се наоѓа вообичаено во водата. Биолошки многу токсичен е стронциумот. Стронциумот се акумулира во коскениот ткиво, од каде што ги оштетува сите делови на организмот. Стронциумот се одликува со долго време на распаѓање (28 години),а во водата се наоѓа само во трагови.

Заради интензивната акумулација на радионуклеидите во животинските и растителните организми, дури и при нивната концентрација, под максимално дозволената, потребна е непрекината контрола на радиоактивноста на водите.

Последици од биолошкото загадување

Под биолошко загадување се подразбира, загадување на водата со различни патогени, бактерии, вируси, габи и др.

Биолошкото загадување, посебно на подземните води, може да го загрози физичкото здравје на луѓето. Бидејќи водата се користи, масовно за пиење и за други намени, биолошкото загадување може да предизвика болести кои имаат карактер на епидемија. *Се смета дека биолошкото загадување на водите по здравјето на човекот е многу поопасно од хемиското, заради тоа што конзумирањето и користењето на хемиски несоодветната вода, ретко за последица има акутно труење.*

Водата за пиење може многу лесно да се зарази со патогени микроорганизми, посебно во лошите хигиенски услови. *Преку водата можат да се пренесуваат*

предизвикувачите на: тифус, паратифус, дезинтерија и колера. Предизвикувачите на овие заболувања во водата за пиење доспеваат преку водата загадена со фекалии, преку мешање со канализационата вода или при висок водостој.

Во водата покрај бактерите можат да се најдат и други патогени организми, како што се: предизвикувачите на амевна дезинтерија.

Во економски неразвиените подрачја цревните заразни болести (воглавно хидричните епидеми) се јавуваат како резултат на неисправна вода за пиење. Причини за тоа можат да бидат: градежно - техничките недостатоци на водоводните инсталации и уреди, несоодветно одлагање на отпадните материи, т.е. хигиенски неисправната вода. Од инсектите најголема опасност претставуваат разните видови маларични комарци, кои пренесуваат маларија.

До биолошка контаминација на водотеките и реципиентите, може да дојде и на места каде се излеваат води од поголемите сточарски фарми. Воочено е дека на тие места значително се зголемува бројот на колиформните бактерии.

Еутрофикација

Честа последица од загадувањето на водите е нивната еутрофикација ***Еутрофикацијата претставува процес на стареење на водените екосистеми.*** Причинителите на еутрофикацијата можат да бидат надвор од екосистемот, тогаш тоа е вештачка т.с. ***алохтона*** или пак последица се природните процеси, тогаш зборуваме за ***автохтона*** еутрофикација.

Еутрофикацијата на езерата и други води, со децении е интензивизирана со антропогеното делување. Во бројните олиготрофни езера процесите на еутрофикација се забрзани. Дури и во Бајкалското езеро, кое припаѓа на најстарите и најдлабоките езера во светот, се воочуваат процеси на еутрофикација.

На еутрофикацијата на водените екосистеми во голема мерка, влијаат водите кои во нив доспеваат или во вид на отпадни води или како дождови. Од обработливите површини, кои се ѓубрени интензивно, протекуваат значајни количини хранливи материи; нитрати, фосфати и друго. Отпадните води, покрај минералните материи во реципиентите носат и огромни количини органска материја. Дождовите во областите кои се одликуваат со загадена атмосфера, можат исто така да ги обогатуваат водите со минерални материи. Голема количина на органска и минерална материја, може да доспее во водата и со ерозијата.

Обогатувањето на водата со хранливи материи има за последица зголемување на биолошката продукција т.е. зголемување на биомасата во екосистемот. Во такви услови често пати создавањето на органската материја тече побрзо од нејзината минерализација, како резултат на што, таа се таложи на дното. Во плитките води светлината продира до дното, температурата на водата е зголемена, како резултат на што трофичната зона го зафаќа целиот екосистем.

Обогатувањето на водите со хранливи материи резултира со брзо размножување на растителниот свет, посебно на алгите, чија густина најчесто се движи над 500 единици на cm^3 вода, а во екстремни случаи и преку милион. За разложувањето на алохтоната и автохтоната органска материја се троши голема количина на кислород, како резултат на што се снижува нивото на растворениот кислород во водата. Неговата концентрација во водите каде процесот на еутрофикација е интензивен, може да се намали на 2 до 3 mg/dm^3 во споредба со вообичаената концентрација од 10 до 12 mg/dm^3 . Еутрофните води имаат слаба видливост и зелена боја. Промените на физичките и хемиските карактеристики на водата во текот на еутрофикацијата имаат како последица намалување на бројот на

видови и зголемување на густината на популацијата. Рибите се особено чувствителни кон намалената концентрација на кислородот.

Се смета дека зголемената концентрација на фосфорот е еден од главните двигатели на еутрофикацијата на водените средини. Затоа, се прават напори, да се спречи внесувањето на поголеми количини фосфати во водата, преку контролата на нивните извори. Еден од главните извори на фосфорот се детергентите. Концентрацијата на истиот може да се намали преку негова трансформација во нерастворлив калиум - фосфат. Концентрацијата на фосфорот во водите може да се намали во посебни базени, во кои растат алги. Тие собираат значајни количини на фосфор. Алгите потоа можат корисно да послужат во исхраната на добитокот.

Брзината на еутрофикацијата зависи од бројни фактори, климатски услови, длабочина на водите а особено од богатството на водата со хранливи материи. Затоа со неправилното ѓубрење особено со минерални ѓубрива може да се забрза еутрофикацијата. За да истото се избегне, се препорачува, помала доза на ѓубрива, нивно внесување во повеќе наврати, не одеднаш по можност по престанок на дождливиот период.

За водата која содржи поголеми количини хранливи материи, се вели дека е трофична. Степенот на трофичноста во водениот екосистем претставува показател за оценката на квалитетот на водата. Се разликуваат три основни степени на трофичност (ги има вкупно девет): слабо продуктивни или олиготрофични, средно продуктивни или мезотрофични, и многу продуктивни или политрофични екосистеми. Олиготрофичното езеро, под влијание на антропогениот фактор може да прејде во еутрофно, плитко езеро. Природната автохтона еутрофикација, тече бавно а претставува процес на менување на животната средина, кој влијае на живиот свет.

Влијание на водостопанските објекти на режимот на површинските и подземните води

Изградбата на водостопанските објекти (брани) всушност претставува вештачка акумулација. Вештачките акумулации се со различни големини и секогаш имаат повеќеенаменски карактер. Тие се користат како хидроенергетски потенцијал, за снабдување со вода на населбите, индустријата, земјоделството - наводнувањето, потоа за рибници, спорт и рекреација.

Во околината на акумулациите се зголемува нивото на подземните води. Промената на режимот на подземните води зависи од повеќе фактори:

- промена во режимот на површните води;
- природниот режим на подземните води и видот на хидротехнички работи. Режимот на подземните води се наоѓа под влијание на взаемно променливи фактори од кои најважни се:
- климатските; хидролошките, хидрогеолошките и еколошките, биогените и антропогените. Со измената на некои од наведените фактори доаѓа како причинска последица и промената на режимот на подземните води во просторот на делувањето на подземните води. Во тоа светло потребно е да се гледа и влијанието на акумулациите, каналите и други на режимот на подземните води. Овие промени се согледуваат во изменетиот режим на подземни води, односно во подигање и спуштање на нивото на подземните води. Изменетите хидролошки услови предизвикуваат промена во водениот и солниот

режим на земјоделското земјиште во таа зона, што може да влијае на приносот на одгледуваните растенија. Процесите на засолување и алкализација, често се ограничувачки фактори во земјоделското производство. Овие процеси се во функција на водениот режим на почвата. Со дефинирање на водениот режим се одредуваат и тенденциите на солниот режим во смисла дали преовладуваат процеси на алкализација - деалкализација, односно соленизација - десоленизација.

Режимот на подземните води, под влијание на вештачките акумулации станува се понеповолен и честопати го спречува оптималното користење на земјоделското земјиште. За да се отстранат неповолните последици на прекумериите води во крајбрежниот регион, се наметнува потребата за изградба на дренажни системи.

Влијанието на вештачките акумулации на брзината на течењето на реките доведува до промени во составот и бројот на индивидуите на акватичните живи организми и до големи измени во терестричната флора и фауна. Бројни животни се потопени, а многу од животните како последица на изменетите услови се принудени да ја менуваат средината. Како резултат на тие промени доаѓа до прекин во синџирот на исхраната исчезнуваат одредени видови од одредено подрачје или доаѓа до фаворизирање на други.

Вештачките акумулации, посебно оние кои се изложени на загадување, имаат низа специфичности, во однос на речниот тек и природниот езерски систем. Затоа постои битна разлика во составот на зоопланктонот на вештачките акумулации.

Вештачките акумулации влијаат и на микро климата на околниот простор. Доаѓа до зголемување на влажноста на воздухот и до промени во температурата.

Покрај браните и акумулациите и другите водостопански објекти, можат да влијаат на режимот на површинските и подземните води. Со изградбата на каналската мрежа, може да се одведе прекумерната вода и по потреба да се спушти или да се подигне нивото на подземните води.

Поради фактот што негативните ефекти од неповолниот режим на подземните и површинските води се во корелација со почвата преку влошување на водениот и солниот режим, на тој проблем потребно е да се обрне посебно внимание, како од еколошка, така и од агрономска гледна точка.

Физички, хемиски и биолошки показатели за квалитетот на водата

Физичкото испитување на водата опфаќа:

Утврдување на физичките показатели: температурата, прозирноста, мирисот и вкусот. На бојата мирисот и вкусот на водата влијаат присутните супстанции. Водите со мирис содржат органски и неоргански материи, кои испаруваат, на пример водороден сулфид. Безбојната вода не содржи органски материи. Опалесцентната вода содржи колоидни раствори, најчесто, оксиди на алуминиум или железо од органско или неорганско потекло. Опалесцентната вода, ги прелива боите како минералот опал, што е последица од растурањето на светлината на честичките на колоидите во растворот. Бистрата вода не содржи колоидни честички и суспензии на нерастворливи материи. Доколку се тие присутни во водата, доаѓа до нејзино заматување. Физичкото испитување може да опфати и испитување на радиактивноста на водата.

За хигиенската оценка на водата и на објектите кои се во употреба се користат обично следните показатели:

pH вредност, алкалност, потрошувачка на K перманганат, содржина на нитрати, нитрити, амонијак, хлориди, водороден сулфид, железо, слободен хлор а по потреба и флуор. Уште се одредува и содржината на слободен сулфур - диоксид, бикарбонатниот јон, натриум, калиум, кислород, олово, арсен, хром, бакар, жива, селен, цијаниди, флуориди, детергенти, феноли, потоа електричната спроводливост, карбонатната тврдост, сувиот остаток, пестицидите и други.

Како најчести причини за хемиската неисправност на водата за пиење, се наведуваат: зголемувањето на концентрат на Fe, Mn, и амонијак, како и зголемената потрошувачка на KMnO_4 . Кон ова следат изменетите органолептички особини - како последица на геолошкиот состав на земјиштето. Зголемените концентрации на нитрати, нитрити, хлориди со фекалната контаминација на водата се едни од честите причинители за појавата на хидричните епидемии.

Најчесто користениот показател за бактериолошката исправност на водата е биолошката потрошувачка на кислородот BPK_5 . Таа претставува количина на кислородот која во водата се троши на биохемиската оксидација на органската материја со аеробните бактерии. Инкубацијата на примерокот трае 5 дена при константна температура од 20°C . Се смета дека водата е бактериолошки исправна при вредности BPK_5 од 2 до 7 mg/dm^3 . Вредностите на BPK_5 се користат и како показатели при одредувањето на класата, односно на бонитетот на водата. Доколку водата е загадена со поголема количина на органска материја, во неа има многу бактерии кои интензивно го трошат кислородот. Затоа во силно загадената, неисправна вода нема доволно кислород за опстанок на акватичниот свет.

Сиоред BPK_5 , речните текови се групирани во четири квалитетни класи. За прва класа BPK_5 е 2 mg/dm^3 , за втора 4 mg/dm^3 , за третата 7 mg/dm^3 , а за четврта над 7 mg/dm^3 . На местата, каде во реките се впуштаат отпадните води кои содржат голем број бактерии (фекални води), BPK_5 е голема, што укажува на потрошувачката на кислородот.

Во оценувањето на загаденоста на водата, многу важна улога имаат и биолошките постапки, односно показатели. За одредувањето на степенот на загадување на водата, постојат две групи, биолошки постапки:

- непосредни или **еколошки** и
- посредни или **физиолошки**.

Еколошките постапки се состојат во одредување на составот на биоценозата, односно присуството и зачестеноста на поедини организми, и физиолошки, во утврдувањето на животната активност на организмите во одредена вода.

Во екосистемите постои голема издиференцираност, како и висок степен на прилагоденост на животната заедница на одредени еколошки услови. Доколку се сменат условите на живот, доаѓа и до промени во животните заедници во бројот на видови и густина на нивната популација. Благодарение на тоа степенот на загаденост на водата, може да се утврди, не само преку физичките и хемиските постапки, кои укажуваат на моменталната состојба, туку и со помош на **организмите индикатори**.

Бројни организми можат да живеат на сметка на органската материја која се разлага во водата. Тие се нарекуваат **сапробионти**. Сапробиолошкото пречистување на загадените води, го вршат одредени "животни заедници кои биолошки ги разградуваат материите кои ја загадуваат водата. Способноста на водите може да се утврди на основа на

фито планктоните како биолошки индикатори, на пример на основа на бројот на видовите и густината на популацијата, алгите, (модрозелени, силикатни, зелени и др.) На основа на видовите кои доминираат во заедницата се одредува индексот на сапробноста, односно бонитетот на водата и може да се изврши класификација според видот. Сапробноста укажува на присуството на органска материја во водата и на нејзиното разложување, а е во непосредна врска со ВРК₅.

Според степеност на загадување, односно сапробноста, на водата, можат да се поделат на: **олигосапробни** - најмалку загадени води, на **мезосапробни** - средно загадени води и **полисапробни** - многу загадени води. Средно загадени води можат понатаму да се поделат во 2 категории: бета - мезосапробни или помалку загадени и алфа - мезосапробни - појако загадени води.

За одредени степени на загаденост карактеристичен е одреден состав на биоценозата во кој состав влегуваат одредени видови - индикатори на степенот на загаденост.

Олигосапробната вода е многу малку загадена. Се карактеризира со поинтензивен процес на минерализација, ниска содржина на органска материја и висок процент на растворен кислород. Индикатор организмите се: олиготрофните алги; мововите, раковите, школките; ларвите на инсектите и друго. Олигосапробните води се карактеризираат со голем број видови организми и помала густина на популацијата.

Бета - мезосапробната вода е умерено загадена. Процесот на минерализација многу е интензивен. Тоа создава поволни услови за развој на алгите, вишите растенија и животните. Во бета мезосапробните води се наоѓаат бета мезосапробни силикатни и зелени алги и амеби.

Алфа - мезосапробната вода има бројни особини на силно загадена вода. Биолошката потрошувачка на кислородот е висока, водата може да има непријатен мирис на продуктите на разложување на протеините и јаглените хидрати. Количината на растворениот кислород во водата, во текот на денот, благодарение на растенијата се зголемува, а во текот на ноќта се намалува. Во алфа - мезосапробните води, можат да се најдат: пијавиците, школките, ларвите од инсектите и други.

Полисапробните води се карактеризираат со голема загаденост на органските материи со голема молекулска маса. Заради тоа во овие води многу се интензивни процесите на гниење а последица е недостаток на кислород. Биолошката потрошувачка на кислород е многу голема. Водата има непријатен мирис, матна е и е со нечиста сива боја. Во овие води најзастапени се органските материи или бактерии. Карактеристични организми се полисапробните бактерии, модрозелените алги, амебите и друго.

Во главните причини за микробиолошки неисправната вода за пиење се истакнуваат зголемениот број на аеробни, мезофилни материи, потоа вкупниот број колиформни бактерии, фекалните колиформни бактерии, фекалните стрептококи и др.

3.11. ЕДАВСКИ ФАКТОРИ

3.11.1. Почва (Педосфера) - поим

Почвата е дел од биосферата и претставува растресит површински слој на земјината кора - литосферата, кој се одликува со многу значајно својство - плодност, односно ги снабдува живите организми кој живеат во неа со вода, воздух и хранливи материи.

Почвата се формира во текот на долгата еволуција на земјата како резултат на взаемното дејство на физичките, физичкохемиските, биолошките фактори. Би било погрешно да се сфати дека почвата е само растресита маса на матичниот супстрат. Таа е посебна творба која во прав смисол се раѓа, развива, живее и умира, слично на живите организми (Stebut, 1949).

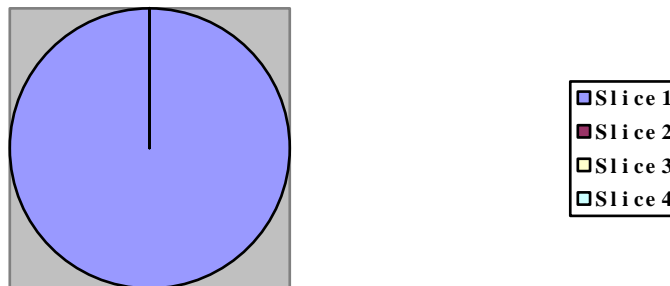
Формирање на почвата (генеза)

Почвата во првата фаза се создава со распаѓањето на карпите (матичен супстрат), или литосферата, што доведува до формирање на растресит материјал со различен хемиски состав бидејќи и литосферата е составена од различни хемиски соединенија.

Во изградбата на литосферата учествуваат 92 хемиски елементи, меѓутоа 98% од масата е составена од 8 хемиски елементи и тоа:

–	Кислород	46,46%;
–	Силициум	27,61%;
–	Алуминиум	8,07%;
–	Железо	5,06%;
–	Калциум	3,64%;
–	Натриум	2,75%;
–	Калиум	2,58%;
–	Магнезиум	2,07%;

Додека сите останати елементи учествуваат само со 2% во вкупната маса



Најголемиот дел е врзан во соединенија, минерали, составени од два или повеќе елементи. Минералите од кој досега се познати околу 3000 различни видови, поврзани се меѓусебе во поголеми агрегати кој се означени како стени. Според генезата петрографијата (наука која ги проучува стените), стените ги дели во три групи и тоа:

- **Еруптивни или магмени;**
- **Седиментни или таложни;**
- **Метаморфни;**

Во составот на литосферата, околу 95% отпаѓаат на еруптивните, а само 5% на останатите камења.

Магмените стени се образувани со ладење (зацврстување) на течната жеешка магма (лава). Тие до денес хемиски не се изменети. Тоа се примарни стени кој се формираат и во денешно време околу вулканите со ладење на исфрлената магма.

Седиментни стени се оние стени што се образуват со распаѓање, растворање, пренос и таложеење на материјалот од едно на друго место. Овој материјал е добиен од другите стени (магмени и метаморфни) и од почвите.

Метаморфни стени се цврсти стени кои се образуват со промена (метаморфоза) на други стени (магмени и седиментни) под влијание на висока температура или на висок притисок или пак на двата фактора заедно.

Од еколошка гледна точка метаморфните стени се попогодни супстрати за растенијата поради нивната механичка градба и хемиски состав. Тие даваат помал отпор при пробивањето на кореновиот систем, полесно се трошат со што подобро ја снабдуваат вегетацијата со хранливи елементи.

Процесот на распаѓање на стените и создавање на растресит материјал на почетокот од еволуцијата не значело и создавање на педосфера. Процесот на создавање на почвата започнува со појавата на сувоземните живи организми.

Во еволуцијата на педосферата, во која од растресит дел на распаднатите стени се создава во почетокот млада, а потоа зрела почва, се разликуваат три основни процеси:

- процес на **постепено распаѓање на матичната стена** и создавање на растресит комплекс од продуктите на ваквото распаѓање;

- процес на **акумулација на органски материи**, во најголем дел од растително потекло, кои постепено се претвораат во **хумус**;

- процес на **мигрирање на растворените или колоидни елементи** со децедентно движење на дождовната вода, што доведува до **диференцирање на почвени хоризонти**.

Значење на матичната подлога во создавањето на почвата

Матичниот супстрат служи како основен материјал за формирање на минералниот дел на почвата. Механичкиот состав на почвата е предодреден пред се од механичкиот состав на стената. На пример, на стени со тежок механички состав се формираат глинести и иловести почви, а на стени со полесен механички состав, се формираат песокливи почви.

Исто така, во однос на хемискиот состав, големо влијание има механичкиот супстрат. На пример, солените почви се формираат на геолошка подлога богата со соли, карбонатни почви на карбонатни стени, кисели почви на силикатни стени итн.

Влијание на релјефот во создавањето на почвата

Релјефот има директно влијание во формирањето на почвата на тој начин што врши модификација на ред надворешни фактори кој на процесот на формирање на почвата имаат непосредно влијание. Така на пример, распоредот на топлината и влажноста на површината, светлосниот режим, карактерот на воздушните струења и др., во голема мера зависат од релјефот како фактор. Релјефот преку својот наклон, експозиција и микроклима во голема мера влијае врз формирањето на различни типови на почви и педолошки подлоги.

Влијание на климата во создавање на почвата

Климата и вегетацијата, ја претставуваат основната и сложена група фактори, која влијае на еволуцијата на почвата, како на **правецот**, така и на **интензитетот** на процесот на формирање на педолошка покривка. Во рамките на климататските фактори, најважна улога имаат:

- ***температурата, врнежите (водата) и ветровите.***

Раздробувањето на матичниот супстрат под влијание на **температурата**, водата со нејзиното смрзнување, мразот, гравитационото движење се процеси на **физичко распаѓање**. **Хемиско распаѓање** претставува процес кој се одвива во **воден супстрат**. Како резултат на тој процес минералните материи од кои е составен матичниот супстрат се раствораат и поминуваат низ **оксидациски, хидратициски и хидролитички промени**.

Распаѓањето на матичната стена во прв ред е условено со непрекинатата промена на температурата на површинскиот слој на стената во текот на денот и ноќта, а влијание има и малата **топлотна спроводливост**. Заедничкото дејство на наведените два фактора, доведува до тоа што при секое загревање **потоплиот површински слој на стената се одвојува многу лесно од внатрешната маса која поради слабата спроводливост на топлината многу бавно и многу малку се загрева**. На тој начин доаѓаат до израз разликите меѓу молекуларните сили на површинскиот слој на стената во нејзината подлабока маса, при што горниот, загреан површински слој настојува да се прошири, спротивно на силите кои делуваат во подлабоките слоеви. Како резултат на ваквите различни и спротивни притисоци, се јавуваат тенки капиларни пукнатини кои ги одвојуваат

површинските слоеви. Во текот на ноќта, поради ладењето исто така доаѓа до разлика во притисокот, само со спротивно значење (површинскиот слој побрзо се оладува и настојува да се намали, на што се спротивставува на се уште доста топли и поголеми по обем подлабоки слоеви на стената). На тој начин со многукратното повторување на тие процеси, се создаваат површински пукнатини но во друга насока (правец). *Овој процес кој се одвива долготрајно, доведува до распаѓање на површината на стената, на кој начин се создава растресит слој од распадна-тата стена. Таа растресита маса од матичниот супстрат под влијание на земјината тежа, ветерот и водата постепено се пренесува така да на понатамошно распаѓање се изложени нови и нови површински слоеви на геолошката подлога (Jankovic, 1979).*

Растреситиот матичен супстрат настанат по термички пат, се уште не претставува формирана почва, туку е променета само морфологијата на матичната стена, додека хемискиот состав е се уште ист. Меѓутоа, раздробената маса добива многу подобри својства во однос на пробивањето на дождовната вода и воздухот во својата внатрешност. Но, во ваков стадиум, честичите на матичниот супстрат не се поврзани едни со други, нема никаква молекуларна кохезија, што значи, се уште нема формирање на капиларен систем. Бидејќи просторите помеѓу честичките на минералниот супстрат се со дијаметар поголем од 0,1 mm, низ широките пори водата слободно протечува согласно со законите на земјината тежа, во форма на гравитациона вода.

Во понатамошниот процес на педогенезата, расте интензитетот на заемното влијание помеѓу површината на раздробените минерални честички и елементите на околната средина. Тоа всушност претставува појава на **хемиското распаѓање на растреситиот матичен супстрат**. Во тој процес, големо значење има водата, водената пареа, јаглеродниот диоксид и јаглеродната киселина, во чие присуство се овозможуваат низа хемиски реакции со што се продолжува распаѓањето на растреситиот супстрат со хемиска реакција помеѓу елементите на атмосферата и минералните материји од кои е составена стената.

Со хемиското распаѓање на растреситата стена се добива нов квалитет кој е изразен во *развивање на поголема површина на честичките*, односно таложење на многу ситни аморфни честички или честички на мил со дијаметар помал од 0,001 mm во масата на растреситиот дел. На овој начин, *растреситата маса добива поголема поврзаност и капиларни својства*, кои се од големо значење за односот на растреситиот супстрат спрема водата и растворените минерални материји кои се многу значајни за исхраната на растителните организми. Аморфните честички ги исполнуваат порите меѓу честичите на растреситиот супстрат, создавајќи на тој начин, една единствена капиларна мрежа. Во ваков систем водата се движи по законите на капиларноста, независно од земјината тежа и хидростатичниот притисок при што растреситата стена добива едно ново својство т.н. **воден капацитет**.

Паралелно со тоа, како резултат на акумулацијата на ситните честички од мил и аморфна силициумова киселина, во стената за време на нејзиното распаѓање, се формираат својства на *колоидна средина*. Како резултат на појавата на ко-лоидните чстици се зголемува **атсорпциската способност на почвата за вода**.

Влијание на живите организми во создавање на почвата

Основен услов за формирање на почвата е населување на растреситиот минерален супстрат со живи организми (микроорганизми, растителни и животински организми кои таквиот супстрат ќе го претворат во биолошка творба богата со хранливи материи, односно творба која располага со одредена плодност. Во тој процес, во почетокот, на површината на литосферата биле населени пред сè нижи организми како што се: бактерии, алги, габи, лишаи и мовови, а во помала мера, виши растенија.

Во пукнатините на стените е започнат и животот на прилично голем број претставници и на фауната. Се претпоставува дека литосферата била населена од автотрофни микроорганизми кои биле способни хемосинтетски или фотосинтетски да произведуваат органски материи од неоргански соединенија. Такви се, зелените сулфурни бактерии кои имале пигмент т.н. **бактериохлорофил**, а се служеле со сулфуроводород како донатор на водород потребен за стапување во реакцијата со јаглерод диоксид, при создавањето на органската материја. Пурпурните сулфурни бактерии содржеле **бактериопурпурин** кој ги апсорбирал инфрацрвените зраци со што бил овозможен фотосинтетски процес. Некои други сулфурни бактерии, исто така автотрофни, немале фотосинтетска способност, а енергијата потребна за врзување на јаглеродот од јаглеродниот диоксид ја добивале по хемосинтетски пат т.е. со оксидација на H_2S или елементарен сулфур. Овие организми биле способни да живеат и на чист минерален супстрат. Постоеле и други микроорганизми како што се *железни и нитрификациски бактерии* кои енергијата потребна за хемосинтеза ја добиваат со оксидациони процеси.

Поимот биолошко разградување на стените ги опфаќа сите дејства кои ги вршат живите организми во процесот на разградување на стените. Тие дејства можат да бидат **физички** (механичките дејства на корењата и ризоидите), или **хемиски дејства** (јаглеродна киселина формирана како резултат од издвоениот јаглероден диоксид со дишењето на организмите како и киселините кои се излучува од корењата), кои ги интензивираат процесите на понатамошното распаѓање. Многу позначајно е **специјалното дејство на живите организми, кое учествува во создавањето на плодноста.** Тој процес се состои од 3 вида дејства:

1. **Фиксирање на атмосферскиот азот** - процес, кој го вршат единствено живите организми (бактерии и алги), бидејќи се способни атмосферскиот азот да го врзуваат и да го доведат во приемлива форма во почвата. Од таму го примаат растенијата кои се на повисок степен на развој и тоа, во толкави количини кои ќе ја обезбедат плодноста на почвата.
2. Со примањето на хранливите материи од почвата од страна на растителните организми и минерализација на нивните остатоци после нивното изумирање, се остварува затворен круг на кој начин се формира **биолошкиот циклус на хранливите материи.** Имајќи предвид дека примањето на хранливите материи од почвата од страна на растенијата е селективна акумулација, резултира формирање на зголемена плодност на почвата.

3. По изумирањето на живите организми, со самото разградување на органските остатоци, паралелно со **минерализацијата**, се формираат органски материи со темна боја односно се создаваат соединенијата на **хумусот**.

Покрај бактериите како автотрофни организми, способни да живеат на голи стени се и **лишаите** кои што се *симбиотски организми помеѓу габите и алгите*. Тие се задоволуваат со мали количини на минерални хранливи материи и вода, па поради тоа, во многу големи маси ги населуваат голите стени, ридови и планини каде што отсуствува шумска и друга вегетација. *Некои од нив со своите хифи пробиваат во капиларите на стените и ги раздробуваат со своите секрети и екскрети, други пак ја населуваат површината на стените*. Корозивната способност на лишаите е многу голема, така да некои можат да навлезат во стакло, железо, па и во мермер. Според тоа, овие организми т.н. **литобионти**, ги населуваат стените и живеат на површината на стените, или пак продираат во каменитата маса со своите хифи и во тој случај станува збор за т.н. **ендолити**. Карактеристично за лишаите што поднесуваат долга суша и висока температура. Потврдено е дека *Lecanora esculenta* поднесува температура од 70 °C. На варовити стени повеќе се среќаваат ендолитите (*Verrucaria calcyseda*), а на силикатите видовите лишаи од родовите: *Parmelia*, *Placodium*, *Umbilicaria* и др.



Сл.35 *Lecanora esculenta*



Parmelia;

Во места со влажна клима, литосферата е населена претежно со алги, особено на местата каде се допираат хидросферата и литосферата. На живите и мртвите тела на литобионтите се населуваат различни организми, во прв ред бактерии и габи кои се исхрануваат и ги разградуваат телата на литобионтите, а на крај ги минерализираат. На кородираниите стени на кои веќе има извесна количина на минерални и органски материи, во случај да климатските услови дозволуваат, се појавуваат **мововите**. Тие исто така се задоволуваат со мали количини на минерални материи, а по фотосинтетски пат, на голите стени создаваат значајно поголеми количини на органски материи отколку нивните претходници. На тој начин литосферата постепено постанува поволен супстрат и за развивање на некои фанерофити т.н. **пукнатинарки** (хазмофити), кои своите корења често ги пуштаат длабоко во пукнатините на стените. Зад нив, после изумирањето на едногодишните органи, останува уште поголема количина на органска маса. Пукнатините ги населува и **фауната** која претставува нов еколошки фактор на литосферата. Таа со респирацијата издвојува јаглероден двооксид, ги менува органските материи се размножува, изумира, и на тој начин, активно учествува во промените на еколошките својства на литосферата.

Најголеми промени на литосферата и формирањето на почвениот слој предизвикува **шумата**. Со своите корења физички ги разградува компактните каменити масиви, а со своите излучувања особено со издвоениот јаглероден двооксид, ги нагризува минералите, хемиски ги троши и од компактните стени создава растрошена и иситнета минерална маса, односно почва. На секој хектар површина, шумата ја збогатува создадената почва со илјадници килограми органски материи и на тој начин многу активно учествува во формирањето на педосферата.

Влијание на антропогениот фактор во создавање на почвата

Значењето на човекот во процесот на развитокот на почвата е поврзано пред се со неговата агротехничка дејност (обработка, губрење, одгледување на одделни култури, сушење на мочуришта, наводнување, создавање на различни агроценози и др.). Меѓутоа, човекот во однос на почвата, често пати има деструктивно влијание (намалување на плодноста, зголемување на ерозивните процеси со сечење на шумите и др.).

3.11.2. Морфологија на почвата

Создавањето на почвата од почетното распаѓање на карпи па се до формирањето на значајните својства во врска со плодноста на растреситиот почвен супстрат, е пратен со одредени *физички, физичко-хемиски, хемиски и биолошки процеси кои доведуваат до одредена морфолошка и физиономска диференцијација во самата почвена подлога*. Поради постепеното создавање и како резултат на сложениот процес на генезата на почвата, тие се распоредени по должината на вертикалниот почвен профил. Како резултат на сите овие процеси, во почвата се издвојуваат одредени слоеви означени како **педогенетски хоризонти**. Тие се распоредени по должината на вертикалниот почвен профил поради постепеното создавање и како резултат на сложениот процес на генезата на почвата.

Како основа на почвената генеза се истакнуваат процесите на **хумификација, минерализација, излучување и испирање**.

Многу важна појавата е преместувањето на различните материи во вертикален правец на почвениот профил. Материите мигрираат од слој во слој во десцендентен правец заедно со текот на водата во вид на молекуларни и колоидни раствори или суспендирани честички. Оваа миграција условува диференцирање на почвата на почвени хоризонти и во таа миграција едни хоризонти осиромашуваат (хоризонт А), а други се збогатуваат со молекуларни и колоидни раствори (хоризонт В).

Начелно земено во почвениот профил се разликуваат 4 главни почвени хоризонти:

1. Акумулативен слој (A₁)
2. Елувијален слој (A₂)
3. Илувијален слој (B)

4. Матичен супстрат-стена (C)

Над акумулативниот слој, на местото каде што се наоѓа органската простирка создадена од опадот и отпадот, е хоризонтот A_0 , кој се состои од повеќе или помалку ферментирани или хумифицирани органски отпадоци.

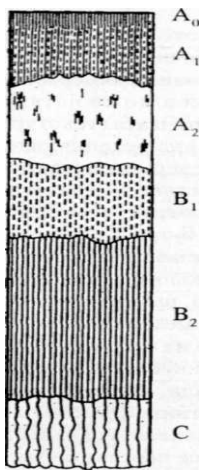
Хоризонт A , претставува мешавина на хумусни и минерални материи. Во овој слој се врши акумулација на материи и поради тоа се означува како *аккумулативен хоризонт*, но исто така истовремено се врши и испирање (одмивање) на материи во подолните почвени хоризонти.

Елувијалниот слој (A_2), претставува почвен хоризонт од кој *непрекинато се врши испирање* на молекуларните и колоидните материи, поради што тој помалку или повеќе е осиромашен слој.

Илувијалниот хоризонт (B), е тој дел од почвениот профил во кој се врши акумулација на материите кои се одмиени од погорните слоеви на почвениот профил.

Матичниот супстрат (C) е последниот хоризонт, кој е составен од материи карактеристични за матичната стена.

Секако дека во процесот на создавање на почвата, сите наведени педогенетски хоризонти не се формираат во исто време, туку нивното создавање тече постепено. Во самиот почеток на развитокот на почвата се формира само тенок слој на акумулативниот A хоризонт непосредно над матичниот суп-страт (C). Во текот на понатамошниот развиток, хоризонтот A постанува се помокен, а под него се создава преоден хоризонт (B) кој се наоѓа помеѓу хоризонтот A и матичниот суп-страт (C). На крај кога процесите на хумификација, испирање и акумулација во значајна мера се развиваат, горниот акумулативен слој (A) останува елувијален, а преодниот илувијален.



Сл.36. Почвени хоризонти

3.11.3. Жив свет во педосферата

Од живите организми во педосферата доминираат растителните и тоа како во квантитативен поглед така и во квалитативен. Сите организми кои ја населуваат

почвата (микроорганизми, алги, габи, васкуларни растителни организми, безрбетници и рбетници од фауната) се означуваат како **едафон** или **геобиос**.

Во споредба со мртвиот органски комплекс, во почвата, масата на живите организми е релативно мала, меѓутоа нивното значење како динамичен еколошки фактор е многу големо поради нивната изразита *раситнетост, распрсканост и активност* (Gracanin-Ilijanic, 1977).

Многубројни организми учествуваат во формирањето и еволуцијата на почвата како фактор кој ја врши синтезата на минералниот и органскиот дел и условува плодност. Од друга страна учествуваат во *биолошките циклуси* во кои се врши трансформација на материите кои ги користат како храна. Во еден грам почва може да има повеќе од милион, активни микроорганизми, а *до длабочина од 30 см, најдено е 1000-2000 килограми живи активни материји* на еден хектар површина. Со порастот на длабочината нивниот број се намалува.

Растителен свет

Сите растителни организми кои се наоѓаат во почвата, може да се поделат на **организми со понизок степен на развој** во кои спаѓаат:

вируси, бактерии, цианобактерии, алги, габи, лишаите (кои со новата систематизација се сместени во габите) и васкуларните растенија.

Бактериите се најмногубројна група микроорганизми која доминира особено во земјоделските почви. Нивната маса во ораничниот слој изнесува просечно 300-500 килограми на хектар површина. Во површинските слоеви нивниот број може да се искачи од неколку стотици, до милијарда. Повеќето припаѓаат во групата хетеротрофни, а само мал дел во автотрофните организми. Учествуваат во голем број процеси на трансформација на органската и минералната компонента на почвата, а можат да живеат и во симбиоза со макрофитните растенија.

Автотрофните бактерии - имаат способност да произведуваат органски материји по пат на хемосинтеза, на сметка на јаглеродниот диоксид, а енергијата за оваа синтеза ја добиваат со оксидациони процеси. Такви бактерии на пример се нитрификациските бактерии кои се способни да го оксидираат амоњакот и нитритниот азот, и на тој начин добиваат енергија потребна за хемосинтеза. Тие можат да бидат:

- нитритациски, кои го оксидираат амоњакот во нитрити (*Nitrosomonas, Nitrosocystis, Nitrosospira*),
- нитратациски. го оксидираат нитритниот азот во нитратен (*Nitrobacter, Bactoderma, Microderma*).

Автотрофни бактерии се и сулфурните бактерии кои добиваат енергија сооксидација на сулфур водородот и останатите сулфурни соединенија, како и железните бактерии кои ги оксидираат соединенијата на железото (*Siderocapsa, Sideromonas, Leptothrix, Crenolthrix, Cladothrix*).

Хетеротрофни бактерии - Во хетеротрофните бактерии припаѓаат голем број од кои најпознати се, нитрогените бактерии кои се способни да го врзуваат слободниот елементарен азот од воздухот. Тие можат да бидат несимбиотски нитробактерии, кои живеат слободно во почвата и го асимилираат азотот со помош на енергија што ја добиваат со разградување на лесно растворливи органски материи. Постојат

- анаеробни несимбиотски бактерии кои слободниот азот го фиксираат во отсуство на кислород (*Clostridium pasteurianum*, *Bacillus sacharobutyricus*, *Plectridium*, *Granulobacter*) и
- аеробни несимбиотски бактерии, кои за оксидациските процеси за добивање енергија го користат слободниот молекуларен кислород (*Azotobacter chroococcum*, *Azotomonas insolita*, *Azotomonas fluoresceins*).

Симбиотските нитрогени бактерии се одликуваат со поголема способност за фиксирање на слободниот азот. Во помладите коренчиња на сите претставници од легуминозните растенија се наоѓаат специфични бактерии кои се означени како *Bacterium radicola* или *Rizobium leguminosarum*. Бактериите навлегуваат преку кореновите влакненца во клетките на примарната кора на коренот. Така, при поволни услови бактериите таму интензивно се размножуваат и ги исполнуваат паренхимските клетки. Како резултат на тоа настанува интензивна делба на клетките од паренхимот со што се зголемува нивниот број, а хипотрофираат по своите димензии. Ваквиот паренхим има патолошки карактер и ја изменува морфологијата на коренот кој формира топчести или брадавичести творби. Растението ги снабдува бактериите со јаглехидрати, а за возврат тие го фиксираат слободниот азот од воздухот.



Сл.37. Згрутчувања на кореновиот систем од соја предизвикани од *Bradorhizobium japonicum* (Љ.Михајлов 2004)

Нитратите и нитритите може да бидат подложени на денитрификација во правец на формирање молекуларен азот под дејство на бактерии денитрификатори

(*Bacterium denitrificans*, *B. denitrofluorescens*). Од хетеротрофните микроорганизми во педосферата се распространети и разградувачи на белковини од кои некои се аеробни (*Bacillus mycoides*, *B. mesentericus*, *B. subtilis*, *B. megatherium*), а други анаеробни (*Bacillus sporogens*, *B. pulrificus*, *B. hystoliticus*, *B. butulinus*, *Baccterium colli*). Во педосферата се среќаваат и разградувачи на целулозата и други јаглехидрати кои се многу значајни, имајќи предвид дека оваа органска компонента во почвата се наоѓа во големи количини (листови од бука содржат 25%, од детелина 42% целулоза). Разградувачите, целулозата најпрво ја сахарифицираат со помош на ензими во дисахаридот целобиоза, а оваа понатаму со хидролиза поминува во д-гликоза. Гликозата преминува во јаглороден диоксид и вода или пак во метан и водород, во зависност од тоа дали при разградувањето учествува *Bacillus cellulosa methanicus* или *B. cellulosae hydrogenicus*. Како разградувачи на целулозата се јавуваат поголем број бактерии кои можат да бидат аеробни или анаеробни. Лигнинот, под влијание на бактериите се разградува многу тешко.

Актиномицети - се едноклеточни организми како и бактериите, но тие формираат разгранети мицелиуми, слично на габите. Сепак, актиномицетите иако припаѓаат во бактериите, нивниот број во почвата може да биде многу голем и тоа од 100.000 до 360.000.000 на 1 g почва (Janković, 1979).

Биомасата во оптимални услови достигнува до 700 килограми на хектар површина ораничен слој. Актиномицетите главно се аеробни организми и нивниот оптимален развој се постигнува во почви богати со органска материја, кои се, ниту премногу влажни ниту премногу кисели. Обично живеат во алкални почви, а добро ги поднесуваат и сувите почви. Добро ги раствараат и тешко растворливите органски материи како што се: масите, восоците, лигнинот и др. Ги разоруваат лесно растворливите јаглехидрати, а како извор на азот им служат протеините и продуктите на нивните распаѓања, како и неорганските соединенија на азотот. Се развиваат на температура од 6,0 до 38,0°C, а оптимална реакција е околу pH 7,0-8,5. *Значењето на актиномицетите за почвата е огромно бидејќи многу брзо го разградуваат хумусот ослободувајќи со тоа хранливи елементи, особено азот.* Тие имаат значајна улога во соз-давањето на хумусот и организацијата на структурните агрегати.

Од актиномицетите најраспространети се: *Actinomyces globisporus vulgaris*, *A.g. griseus*, *Actinomyces candidus*, *A. glaucus*, *A. chromogenes*, *A. niger*, *A. viridochromogens*, *A. alni*, *A. spinae* и др.

Алги - Бидејќи алгите се фотоавтотрофни организми, најмногу се распространети на површинскиот слој на почвата каде има доволна количина на светлина и поволен интензитет на светлина. Обично во почвата алгите се застапени со две:

зелени алги и златно жолтите алги

од кои секоја може да се најде и до 100.000 примероци во 1 g почва.

Сите копнени алги Peterssen (цитат Gracanin-Ilijanic, 1977) ги дели во три групи:

- а) **аеротерестрички кон** често се наоѓаат надвор од педосферата, но живеат и во неа:

- б) **еутерестрички - живеит** во почва со нормална влажност и тоа на површината (епитеренски) или во самата почва (субтеренски);
- в) **хндротерестрички-вегетираат** во почви трајно заситени со вода.

Алгите во најголем број ги има на површината на почвата, а одејќи кон подлабоките слоеви се намалува нивниот број. Според некои автори на површинскиот слој бројот на алгите може да изнесува од 10.000 до 3.000.000 во 1 cm³ почва. Со самото присуство на алгите во почвата, тие ја зголемуваат содржината на органската материја, а според некои истражувачи, на еден хектар површина може да има повеќе од 200 kg. Некои од нив имаат способност да го фиксираат атмосферскиот азот (*Anabaena*, *Nosloc*, *Cylindrospermum*). Со својата синтетичка активност, алгите ги усвојуваат растворените хранливи елементи од почвата со што се спротивставуваат на нивното брзо промивање испирање).



Сл.38. *Cylindrospermum*

Габии -габите претставуваат многу важна биолошка компонента во почвата. Порано поголемо значење за биохемиските процеси во почвата се придаваше на бактериите, додека значењето на габите се потценуваше. Денес се знае дека значењето на габите во почвата е многу големо, особено во разложувањето на органските отпадоци. Во педосферата се најдени преку 690 видови габи, од преку 170 родови особено од групите: Zygomycete, Ascomyceta и Basidiomyceta. Нивниот број во површинските почвени слоеви се движи во границите од 8.000 до 1.000.000 во 1 g почва, додека биомасата изнесува од 1.000 до 1500 kg/ha, па и повеќе. Иако количината на габите во почвата е голема, нивниот број е сепак помал отколку на бактериите. Исклучок се киселите и со органски материи богати почви каде габите имаат големо значење. Тие развиваат богат мицелиум кој излучува различни ензими кои учествуваат во разградувањето на органската маса. Покрај тоа што се потрошувачи на органските материи, тие се и трансформатори и хумификатори на почвата. Бидејќи немаат хлорофил, ги користат органските материн од почвата од кои добиваат јаглерод и азот, па и енергија потребна за животните процеси. Габите заедно со бактериите имаат многу големо значење во разградувањето на органските материи во почвата. Тие се јавуваат во почетните фази на разложувањето на органските материи, додека бактериите го продолжуваат процесот, се до нивна

потполна минерализација. Посебно значење имаат во разложувањето на целулозата и лигнинот кои претставуваат две основни компоненти на растителните ткива. Тие имаат големо значење и во создавањето на хумусот благодарјќи на големата органска материја од една страна, а од друга страна со нивното учество во разложувањето на азотните и јаглеродните компоненти од растителните остатоци.

Од зигомицетите, познати се видови од родовите: *Mucor*, *Rhizopus* и др.



Сл.39. *Rhizopus*

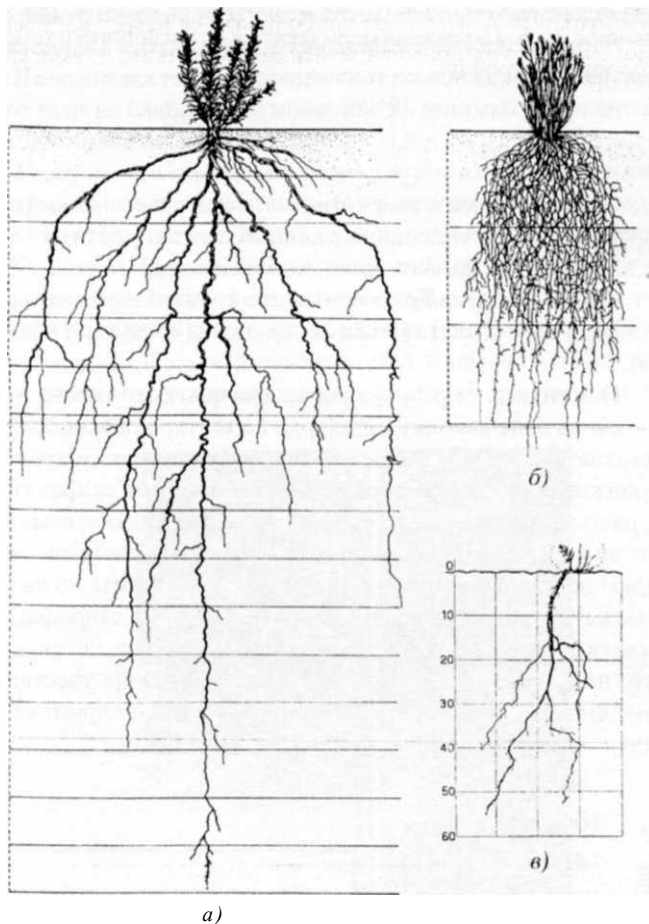
Од аскомицетите особено се застапени: *Saccharomyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, и др., додека од базидиомицетите особено се застапени родовите: *Polyporus*, *Boletus*, *Agaricus*, *Amanita*, *Cantharellus*, *Fomes*, како и предизвикувачите на болести кај културните растенија како што се габите од редовите *Ustilagiales* и *Uredinales*.

- терестрички, растат на почви слабо или силно хумусни;
- копрофилни живеат на органски остатоци и органско ѓубриво;
- лигниколни, живеат на лигнин (дрво)
- микоризни габии факултативни паразити;
- прави паразити.

Голем број од растенијата со својот коренов систем формираат заеднички живот со габите. Во таков случај се зборува за **микориза**. Микоризните габии играат значајна улога во животот на шумските растенија и помагаат во апсорпцијата на вода и минерални материи, а имаат значење и во биологијата на хумусот. Микоризата може да биде *ектотрофна*, *ендотрофна* и *ектоендотрофна*.

Макрофлора - Значењето на макрофлората во почвата во прв ред се цени по улогата која ја има кореновиот систем. Тие претставуваат главен извор на органска материја во почвата. Масата на корењата е далеку поголема од масата на сите други организми во почвата.

Со распаѓањето на остатоците од изумрените корења, автоматски се враќа органската материја која од една страна служи за одржување на одредени резерви хумус, а од друга како храна на микроорганизмите.



Сл.40. Должина на коренов систем киј а) *Liatris punctata*, б) *Aristida purpurea*, мерено во стапки (1 стапка = 30,5 cm) и

Се смета дека полските култури годишно оставаат по хектар почва од 500 до 4000 килограми сува органска материја. тревниците околу 3000 до 9000, а шумските култури за целокупниот живот околу 3000 до 10000 килограми (Gracanin-Pijanic, 1977). Влијанието на кореновиот систем врз еколошките својства на почвата зависи од видот на растението, нивниот развој и интензитет на растот. Некои растенија имаат ограничено растење на подземните органи, вкупно неколку сантиметри. Во аридните подрачја некои од еуксерофитите и параксерофитите покажуваат голем раст на кореновиот систем кој може да навлезе и повеќе од 5 метри длабочина. Најголема количина на коренова маса се создава во површинскиот слој на почвата, а со порастот на длабочината се намалува. Распоредот на кореновиот систем во голема мера зависи и од физичките и хемиските својства на еколошкиот профил.

Животински свет

Од животинскиот свет кој има поголемо значење во трансформационите процеси на почвата како поважни се сметаат класите: Oligochaeta, Myriapoda, Crustacea, Insecta, Gastropoda, Arachnoida и др.

Од **микрофауната** за почвените процеси најзначајни се нематодите (Nematodes) и протозоиите (Protozoa), а може да се спомнат и ротаториите (Rotatoria).

Нематодите се редовни жители на повеќето типови почви и нивниот број може да биде неколку милијарди на хектар површина. Според начинот на исхраната може да се поделат на:

- нематоди кои се хранат со органски материи кои се во фаза на распаѓање;
- нематоди кои се хранат со други нематоди, растенија, бактерии, протозои и други организми;
- нематоди кои навлегуваат во корењата на макрофитите (домат, морков) каде спроведуваат дел од својот животен циклус.

Тоа значи дека нематодите по начинот на исхраната можат да бидат *фитофаги*, *зоофаги*, *паразити*, *сапрофаги* и т.н. Обично ги населуваат површинските слоеви на почвата и со уништувањето и разградувањето на растенијата и мртвата органска материја учествуваат во трансформацијата на органските материи, а со тоа, влијаат на промената на физичките својства на почвата.

Почвената **макрофауна** има директно влијание на разградувањето и минерализацијата на органските отпадоци. Во почвата се наоѓаат голем број животински организми од макрофауната, од кои некои ја населуваат постојано, а некои привремено. Квантитативниот и квалитативниот состав на макрофауната зависи од макроклиматските и локалните услови. Во почвениот профил се застапени до 10 cm длабочина. Според истражувањата на макрофауната во дабовиот екосистем на плоскачот и церот (*Quercetum frainetto-cerris macedonicum*) во Националниот парк „Галичица“ во почвен слој од 0 до 30 cm длабочина се регистрирани 41 група, со вкупен број на индивидуи од 3761 на m².

Од макрофауната во почвата особено се застапени Anellida кои се претставници од Oligochaeta. Тие во поголем број доаѓаат во почви богати со органски материи, како, на пример, во шумските почви, додека во минералните песочливи почви ги нема.

Од оваа класа за почвените процеси многу значајни се **прстенестите црви** од фамилијата Lumbricidae, кои се и најдобро изучувани (*Lumbricus terrestris*, *Lumbricus rubellus* и др.). Ги населуваат горните слоеви на почвата до 45 cm длабочина, а ретко можат да навлезат подлабоко, понекогаш и до 2 метри. Дарвин констатирал дека дождовните црви се хранат со растителни остатоци (слама и други органски состојки), кои ги вовлекуваат од површината на почвата ги вовлекуваат во подлабоките слоеви, а заедно со нив проголтаат и ситна почва **која** им служи за дробење на храната. На крај таа, материја облепена со слуз се враќа во надворешната средина и на тој начин се подобруваат физичките својства на почвата. Дарвин пресметал дека количината на почва која дождовните црви ја

пропуштаат низ нивниот дигестивен тракт изнесува околу 1 тон на хектар површина за една година, а според поновите податоци и многу повеќе. Тоа би значело дека е потребно многу кратко време за цел ораничен слој да премине низ нивниот дигестивен тракт. Ходниците што ги изградуваат во профилот на почвата достигнуваат понекогаш и 10-50% од порите што ги завзема воздухот во почвата.

За разлика од другите групи на макрофауната, лумбрицидите во Македонија се детално обработени од Шапкарев (1977, 1983, 1983/1984, цитат Прелиќ, 2002). Констатирано е присуство на 14 видови лумбрициди во Националниот парк „Маврово“, додека во Националниот парк „Галичица“ нивниот број изнесува 16. Во истражувањата на Прелиќ (2002), во буковиот екосистем во Маврово, просечната годишна вредност на бројот на лумбрициди изнесува 104,53 индивидуи на m² површина, во Националниот парк „Галичица“ 80.37, а на Велешките Брда во дабовиот екосистем 4,77 индивидуи на квадратен метар површина. Како најважен фактор за динамиката на дистрибуцијата и бројноста е влажноста и температурата, реакцијата и типот на почвата.

Во почвата се застапени разни видови **ракови** (Crustacea), особено Isopoda, кој се задржуваат во шуплините на почвата, хранејќи се со растителни остатоци. Во макрофауната која е поврзана за почвата застапена е и класата **инсекти**, со повеќе редови: Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Hymenoptera, класите Gastropoda и Arachnoidea и др.



Сл.39. Isopoda

За почвените процеси значајни се и вертебралните животни како што се: **глевци, кртици, желки, јазовци**, кои ги гризат растителните делови и ги носат во своите складишта. Сите овие организми повеќе или помалку влијаат на физичките, хемиските и биолошките својства на почвата со своите животни активности, со механичка работа, со секретите, хемиското раздробување итн.

3.11.4. Загадување и заштита на почвата

Деструкција на почвата

Најчестиот вид на деструкција на почвата е ерозијата. *Под ерозија на почвата се подразбираат процеси кои доведуваат до однесување и разорување на почвата.* Тоа е природна појава, која се одвивала и пред појавата на цивилизацијата, само што со активноста на човекот се забрзуваат ерозивните процеси. Затоа во стручната терминологија се кроисти поимот: **антропогена ерозија**.

Губењето на почвата и намалувањето на нејзината плодност преку ерозијата може да биде многу големо. Ерозијата денеска претставува голем еколошки проблем, во светски размери, посебно на почви каде што неплански се врши сеча на шумите. Ерозијата може да биде предизвикана од водата или ветерот.

Рушењето ка крајбрежјето на морињата и езерата, под влијание на брановите се нарекува **абразија**. Ерозијата на коритата на водените текови се вика **флувијална** ерозија. Однесувањето и одлагањето на песокот и *други некохерентни* почви по пат на ветерот се вика **еолска** ерозија. **Иригационата** ерозија може да ја предизвика водата при наводнувањето на земјоделските површини. **Глацијалната** ерозија предизвикува движење на мразовите и лавините. **Суфозија** е внатрешна ерозија на подземната вода односно површинската вода која се инфилтрира во почвата.

Секој ерозивен процес, претставува збир од следните појави: почетно двнжење на честичките од почвата со различна големина, пренесување на придвижените честички и одлагање на честичките. Најголем дел од ерозионите наноси, потекнува од ораниците кои неправилно се користат.

До ерозијата предизвикана со вода доаѓа на коси терени. Интензитетот на водената ерозија се зголемува со зголемување на аголот на закосување на теренот и интензитетот на дождовите. До водена ерозија може да дојде и на скоро рамни терени, но нејзиното штетно делување на такви терени е многу мало. На глинеста почва водената ерозија започнува при пад од 0,5 до 1°, а на песоклива од 1 до 2°. Силна ерозија настанува при пад на теренот поголем од 5°. Однесувањето на почвата при ерозијата со вода, зависи не само од падот на почвата (закосување), туку и од карактеристиките на истата и интензитетот и количината (на дождовите).

Почвите со постабилна структура се поотпорни на ерозионите процеси. Пропусливите, песокливи почви се помалку изложени на делување на ерозијата од помалку пропустливите иловести и глинести почви.

Вегетацијата е важен фактор при ерозијата. Растенијата го ублажуваат ударот на дождовните капки. Тие придонесуваат кон намалување на брзината на истекување на водите низ падините и ги подобруваат физичките карактеристики на почвата. Количината и интензитетот на дождовите се исто така многу важни. Особено со зголемување на интензитетот на дождовите, доаѓа до зголемена ерозија.

Почвите кои се донесени од падините, се насобираат на подножјето, при што се добиваат т.н. **колумијални почви**. Овие почви се одликуваат со поголема содржина на органска материја, дебелината на хумусниот дел, може да достигне понекогаш и 2 m. Овие почви, меѓутоа немаат поволни физички карактеристики, бидејќи се збиени и слабо пропуштаат вода. Истовремено на еродираниот дел од падината, дебелината на почвениот дел, понекогаш не е поголем од неколку cm.

По пат на водената ерозивја, покрај тоа што се губи почвата, се намалува и нејзината плодност, се намалува и содржнната на хумусот и хранливите материи. Приносот на еродираните почви, може да биде помал, понекогаш и за три пати. Загубата на почвата при водената ерозија е функција, која зависи од повеќе фактори:

$$A=f(R,K,L,S,C,P)$$

- A - загуба на почвата од единица површина;
- R - фактор на ерозионата способност на дождот;
- K - фактор на чувствителноста на почвата кон ерозијата;
- L - фактор на должината на закосената површина;
- S - фактор на падот;
- C - фактор на вегетацијата;
- P - фактор на борба со ерозијата;

Како заштита од ерозијата се препорачува:

претворање на деградираните ниви во ливади, мелиорација на деградираните пасишта, пошумување на големите површини, антиерозивно стопанисување со шумите и почвите, одгледување на повеќегодишни култури на деградираните површини и терасирање на теренот.

Во заштитата од ерозивните процеси, важно место им припаѓа на изведувањето на различни технички, биотехнички и други работи, како и спроведување на административни норми во согласност со важечките прописи и закони. За успешно спроведување на борбата против ерозијата, потребно е во прв ред да се отстранат нејзините причинители, дури потоа да се лечат последиците.

Ерозијата предизвикана од ветерот или еолската ерозија, подразбира однесување на почвата под влијание на ветерот. При тоа треба да се истакне дека со еолската ерозија се однесува највредниот дел од почвата. Интензитетот на ерозијата со ветерот зависи од јачината на ветерот. Поради тоа од големо значење се: траењето, турбуленцијата и правецот на ветерот. Ерозијата предизвикана од ветерот особено вклучува и рамни површини, кои не се покриени со вегетација. Вегетацијата, односно надземните органи на растенијата, ги намалуваат ударите на ветерот, а коренот сам ја задржува почвата. Сувата почва, односно почвата со помала содржина на органска материја и нестабилна структура е поподложна на еолска ерозија.

Почвата која се карактеризира со поголемо учество на честички поголеми од 1 mm, помалку е изложена на еолска ерозија. Ветерот обично ги носи честичките со големина од 0,02 до 0,8 mm. Затоа почвите кои имаат голема содржина на **фшг** песок и мала содржина на органски материи и ако се суви, лесно еродираат со ветерот.

Ерозијата предизвикана од ветерот и водата покрај тоа што ја однесува плодната почва, туку предизвикува и други штети. Водата го измива кореновиот систем, а ветерот механички ги оштетува растенијата. Горниот дел од обработливата почва кој содржи ѓубрива и пестициди, се однесува на други површини, каде можат да предизвикаат нежелни последици. Ерозијата го помага и ширењето на плевелите. Ерозијата може да има големо влијание и на квалитетот на површинските води.

Потенцијалната еолска ерозија, може да се пресмета со формулата:

$$E = f(I, K, C, L, V)$$

- E - годишната потенцијална еолска ерозија во тони од единица површина,
- I - фактор на еродибилност на површината,
- K - фактор на нерамноста на површината,
- C - можеен климатски фактор,
- L - средна должина на заштитената површина, мерена долж насоката на доминантниот ветер,
- V- показател на вегециониот простор.

Постојат бројни мерки за заштита од ерозијата со ветерот. Ефикасна заштита можат да претставуваат ветрозаштитните шумски појаси. Во реоните каде што има големи опасности од еолска ерозија, почвата треба што помалку да се обработува. Примената на органски ѓубрива, поволно влијае на заштитата од еолската ерозија. Освен ерозијата, предизвикана од водата и ветерот може да дојде и до т.н. суфозија - хемиска ерозија која се добива со растворање на CaCO_3 во присуство на CO_2 . Оваа појава можат да ја предизвикаат и киселите дождови.

Користење на земјоделското земјиште за други намени

Во текот на историскиот развој на цивилизацијата и се поголемите потреби за храна, почнуваат да се зголемуваат обработливите површини, за сметка на пасиштата, шумите, мочуриштата и други делови од необработените површини. Меѓутоа од причини на намалениот број на земјоделци, и урбанизацијата како и развојот на индустријата и сообраќајот доаѓа до интензивно користење на земјоделското земјиште за други намени. Во последно време во економски развиените земји и земјите со голем наталитет, обработливите површини во апсолутни и релативни вредности по жител интензивно се намалуваат.

Затоа од аспект на зачувување на земјоделското земјиште, од исклучителна важност е прашањето за изградбата и изборот на локацијата на населбите, големите објекти и терените, а особено на патна мрежа. При проектирањето на патиштата се избираат најкратките правци, не земајќи го во предвид квалитетот на земјиштето. Земјоделското земјиште се губи и заради изградбата на викенд куќи особено во близината на големите градови.

Изградбата на хидроакумулациите, исто така зазема големи површини земјоделско земјиште. Најчесто тоа се квалитетни плодни почви. Последица на сите споменати активности е трајното исклучување на земјоделското земјиште од земјоделското производство.

Во термоелектраните, после согорувањето на јагленот, заостануваат големи количини на пепел. Пепелот се депонира најчесто на обработливите површини. Депониите од пепел и кога не завземаат многу големи површини, доколку разместувањето на пепелот со ветар не се спречи, тој може да се разнесува и на голема оддалеченост од 10 km. Пепелот се таложи како на почвата така и на земјоделските култури, загадувајќи ја на тој начин животната средина. Се прават големи напори, со цел да се најдат најповолни решенија за асанација на пепелиштата од големите термоцентрали.

За време на површинската експлоатација на рудното богатство, во сите фази се уништува почвата: при истражувањата, припремата, изградбата на инфраструктурата, при експлоатацијата, одлагањето на извадената руда. Почвата е најважниот природен ресурс, кој практично не се зголемува, и затоа, оштетувањето на почвата, претставува проблем за многу земји во светот.

Објектите од инфраструктурата: (далноводите, патиштата, пругите и др.) се градат на основа на проекти, во кои се води сметка за техничките прописи и економичноста, за дадениот вид на објектот, како резултат на што трајно се исклучуваат од земјоделско производство, големи површини од обработливо земјиште. Плодното земјиште во светот е ограничено и се смета дека граничната вредност за исхрана на еден жител, изнесува **0,17 хектари**.

Еколошки аспекти на примената на пестицидите

Користењето на пестицидите и минералните ѓубрива, покрај облагородувањето на растенијата, механизацијата и наводнувањето, во значителна мера придонесува за зголемување на приносот и подобрување на квалитетот и нутритивната вредност на одгледуваните растенија и во заштедата на работната енергија. Користењето на хемиските заштитни средства во заштитата на растенијата од болести, штетници и плевели, придонесува за решавање на егзистенцијалните проблеми на човештвото, во обезбедувањето на се поголеми количини на храна, посебно во неразвиените делови од светот. Нивното користење овозможува поголема продуктивност во трудот и поголема економичност во производството. Користењето на пестицидите е во непрекинат пораст. Се смета дека нивната употреба расте со годишна стапка од 2 до 6%.

Денес, имаме големи придобивки од хемизацијата во земјоделството, и во рамките на тоа од користењето на пестицидите. Меѓутоа при неправилна употреба, тие претставуваат голема опасност за здравјето на луѓето и животните како и опасност за животната средина. Имајќи го тоа во предвид, како и фактот дека пестицидите влегуваат во синџирот на исхраната, преку растенијата, нивната содржина во растенијата е од голема важност во производство на здравствено безбедна храна. И покрај штетните последици што може да ги има, особено несовесната и нестручната примена на пестицидите, се смета дека употребата на овие средства и понатаму ќе се зголемува, а причината за тоа е се поголемата потреба од производство на храна. Пестицидите не само што овозможуваат поголемо производство на храна, туку и тоа што е произведено да може да се сочува. Се смета дека годишните губитоци од храна во светот, кои ги прават различните штетници и предизвикувачите на болести изнесуваат 33 милиони тони.

Проблемот со остатоците од пестициди во храната, почвата и водите, станува се поактуелен, затоа што е утврдено дека, пестицидите при одредени концентрации, можат многу неповолно да влијаат на нивните организми. Производството на квалитетна здравствено и токсиколошки исправна храна, како и заштитата на животната средина, добива се поголемо значење. За да се задоволат потребите на земјоделството од пестициди, а истовремено за да се заштити животната средина од загадување, се тежнее кон производство на препарати кои се

карактеризираат со висока селективност и ефикасност, се користат во помали количини по единица површина. Се прават напори за замена на порезистентните соединенија со помалку постојани, кои помалку се натрупуваат во синџирот на исхраната, почвата и водата.

Покрај наведеното важни се и критериумите во поглед на генотоксичноста на препаратите, како и замената на постојните препарати на кои плевелите, габите и инсектите веќе станале резистентни. На интегралната заштита и припаѓа исклучително важно место во заштитата на животната средина од загадување со пестицидите.

Пестицидите можат да се делат според различни критериуми: биолошката активност, начинот на делувањето, облиците на производство, времето на примена. Најважни групи на пестициди се: хербицидите, инсектицидите и фунгицидите. Меѓу хербицидите најважни се: феноксикарбонските киселини, алифатичните и ароматичните карбонски киселини, хетероцикличните карбонски киселини, ароматските триазоли, триазини, урацили и друго.

Меѓу инсектицидите најважни се органохлорираните соединенија, органо (тио) фосфорни соединенија; метилкарбамат и синтетските пиретроиди. Во поново време како инсектициди внесени се инхибиторите на раст: феромони, репеленти, хемостерилизанти.

По потрошувачката фунгицидите доаѓаат после хибридите и инсектицидите. Перзистентноста на фунгицидите во споредба со хербицидите и инсектицидите е помала, со исклучок на живините соединенија, чија примена е ограничена или е забранета. Фунгицидите се помалку отровни за цицачите. Дитиокарбаматните фунгициди се едни од најважните класи на органски фунгициди. Покрај нив важни се и: бензимидазолните карбамати и ацилаланините.

Три основни карактеристики се важни за пестицидите: отровност; способност за натрупување и фитотоксичност. Во поново време се зголемува бројот на еколошки помалку опасни пестициди, но сеуште голем е бројот на препаратите кои со нестручно користење ја загрозуваат животната средина.

Влијание на пестицидите на почвата и нивното несакно делување врз луѓето животните и другите организми

Пестицидите доспеваат во почвата непосредно и посредно. Непосредно со цел уништување на штетните организми (превели, инсекти и др.) кои се наоѓаат во почвата или на нејзината површина. На овој начин доспеваат најголемата количина на пестициди во почвата. До побрзо загадување на почвата со пестициди, доаѓа при нивното таложување од атмосферата, загадените води, со измивање од третираните растенија или околните површини на закосени терени, од остатоците од угинатите третирани животни, растенија и др.

Во зависност од хемиските и физичките карактеристики на пестицидите и почвата, од климатските услови, биогеноста на почвата, и др. судбината на пестицидите, во почвата може да биде различна. Тие можат да се врзат за различни соединенија во почвата, да се адсорбираат, како и да се испираат се подлабоко во подолните делови од почвата, растенијата ги примаат преку кореновиот систем.

Разложувањето на пестицидите, тоа може да биде: микробиолошко, хемиско или фотохемиско.

Микробиолошкото разложување на пестицидите е интензивно во услови кои поттикнуваат размножување и животна активност на микроорганизмите. При тоа голема важност има рН вредноста на почвата, температурата, процентот на органска материја и влага во почвата, аерираноста и др. Испарувањето на пестицидите (хербицидите) е поинтензивно на повисоки температури и влажна почва. За да се намали испарување, потребно е препаратите, во текот на примената, веднаш да се внесат во почвата, во вид на гранули .

Интензитетот на измивањето на пестицидите низ почвениот профил, зависи од количината и распоредот на дождовите, растворливоста на пестицидите во вода, содржината на хумус и глина во почвата и др. Од еколошки аспект, многу е важна и перзистентноста на пестицидите во почвата. Пестицидите во почвата, треба да останат доволно долго, стабилни т.е. во непроменета форма, за да се постигне саканата цел, а потоа за што пократко време да се разградат во соединенија, што не делуваат штетно на организмите. На тој начин евентуалните несакани последици по корисните организми, од почвата би се довеле на најмалата можна мерка.

Според перзистентноста (постојаноста) во почвата, пестицидите можат да се поделат во неколку групи. Во слабо перзистентни пестициди се вбројуваат оние кои во почвата се задржуваат, т.е. одржуваат активност 30 дена, средно перзистенти се од 30 - 60 дена, перзистентни се од 6 месеци до една година, а многу резистентни се оние кои во почвата се задржуваат подолго од две години.

Перзистентноста на пестицидите во почвата зависи од бројни фактори. Најважни се хемиските карактеристики на соединението, типот на почвата, еколошките услови, обработката на почвата, растителната покривка и др.

Органохлорните инсектициди се карактеризираат со голема перзистентност. Времето потребно да се разгради 95% од соединението во почвата, кај оваа група соединенија се движи од 3 до 10 години. Перзистентноста на органохлорните инсектициди во голема мерка зависи од рН вредноста на почвата. Таа е многу поголема во киселите почви и почвите богати со органска материја. Во киселите шумски почви времето, потребно да се разгради 50% DDT, може да изнесува и до 35 години.

Кај голем број органо фосфатни соединенија перзистентноста, ретко преоѓа една година. Перзистентноста на фунгицидите во почвата е од помала важност, додека постојаноста на голем број хербициди е помала од една година.

Здравјето на луѓето може да биде загрозено, од остатокот на пестициди, кои доспеваат во намирниците, во текот на производството, прометот и ракувањето или со намерното труење.

После примената пестицидите доспеваат во почвата или на површината на растенијата, од каде тие ги натрупуваат во своите ткива.

Растенијата можат да ги натрупуваат пестицидите во значителни количини. Интензитетот на акумулирање на пестицидите во растенијата, зависи од нивните карактеристики начинот на примената, еколошките услови и карактеристиките на растенијата.

Концентрацијата на пестицидите во земјоделските производи може да се намали на повеќе начини. Кутикуларните и субкутикуларните остатоци можат да

се одстранат со лулење на плодовите, а екстракутикуларните со миење. Термолабилните пестициди под влијание на повисоки температури се разградуваат.

Еколошки аспекти од примената на минералните ѓубрива

Просечните приноси на одгледуваните растенија по единица површина, во изминатите триесет години во светот значително се зголемуваат. Приносот на растенијата во просек, годишно се зголемува за 5 до 6%. Ако се анализираат факторите кои придонеле кон брзиот развој на растителното производство во последните децении, се доаѓа до заклучокот, дека најголем придонес припаѓа на облагородувањето на растенијата, создавањето на нови високопродуктивни сорти и хибриди и примената на различни хемикалии: минерални ѓубрива, пестициди, регулатори на растење и др. Се смета дека на минералните ѓубрива во зголемувањето на приносот учесгвуваат со околу 35%.

Примената на минералните ѓубрива, во голема мерка влијае на зголемениот принос во растителното производство. Меѓутоа, се поголемата примена на минералните ѓубрива, хербицидите и други хемиски средства создава нови проблеми со кои особено се соочуваат индустриски развиените земји. Прекумерната примена на споменатите хемикалии, може да предизвика најразлични пореметувања во биолошката рамнотежа на агросистемите и пошироко, а може непосредно или посредно да го загрози здравјето на човекот.

Минералните ѓубрива можат да влијаат како позитивно, така и негативно на карактеристиките на почвата, воздухот и водата. Тие можат да влијаат на реакцијата, структурата и биогеноста на почвата и да придонесат кон натрупувањето на штетните материи во почвата и растенијата. Тие можат да предизвикаат еутрофикација на површинските води и да ги загадуваат подземните води. Минералните ѓубрива можат да влијаат и на составот на воздухот и да придонесат кон зголемување на содржината на штетни материи во воздухот и оштетувањето на озонскиот слој. Од минералните ѓубрива, од аспект на загадување на средината, најголема опасност предизвикуваат азотните ѓубрива.

Еколошки аспекти од примената на азотните ѓубрива

Од сите хемиски средства во земјоделството најповеќе се користат минералните ѓубрива, а посебно азотните. Користењето на азотните ѓубрива, во последните децении, значително побрзо расте во споредба со потрошувачката на другите минерални ѓубрива, затоа што азотот во голем број случаи поволно влијае на големината на приносот, а во одредени услови, може и да го подобри нивниот квалитет.

Зголемената примена на азотните ѓубрива во многу земји, посебно во индустриски развиените ја следи и се поголемата употреба на течните ѓубрива, особено околу големите сточарски фарми а исто така и комуналните отпадоци, кои се исто богати со азотни соединенија. Покрај тоа евидентно е загадувањето на атмосферата со оксиди на азотот и амонијакот. Се наведуваат податоци дека на 1 ha, годишно доспеваат 2 до 5 kg азот. Меѓутоа се смета дека овие количини се значително поголеми, а особено во земјите со развиено сточарско производство.

Овие околности, како и стремежот кон се поголем принос водат кон низа нови проблеми, меѓу кои посебно се истакнува, зголемувањето на концентрацијата на нитрати во почвата, површинските и подземните води и во растенијата.

Собирањето на нитрати во природата, покрај тоа што предизвикува низ еколошки проблеми, директно го загрозува здравјето на луѓето и на животните.

Употребата на високи дози, азотни ѓубрива во долг временски период може да доведе до зголемување на содржината на соли во почвата. Оваа појава е особено нежелна на почви, чија природна содржина на соли е висока.

Минералните и органските ѓубрива можат да влијаат на бројноста и составот на организмите во почвата кои се значајни за нејзината плодност. Влијанието на минералните ѓубрива на биогеноста на почвата, зависи од бројни фактори дозата и видот на ѓубривото, карактеристиките на почвата и др. Тоа може да биде посредно и непосредно влијание. Посредно можат да влијаат на промената на рН вредноста и структурата на почвата и на концентрацијата на соли. Доколку почвата со примената на азотни или други ѓубрива се закиселува, се успорува оксидацијата на амонијачниот азот во нитратен облик, бидејќи микроорганизмите кои вршат оксидација се чувствителни на кисела средина. Овие организми се чувствителни и на поголема концентрација на амониум јон. Активноста на микроорганизмите кои го врзуваат елементарниот азот од атмосферата се намалува со зголемување на дозата ка азотни ѓубрива. Меѓутоа вкупната биогеност на почвата обично се зголемува.

Еколошки аспекти од примена на фосфорни ѓубрива

Прекумерната примена на фосфорните ѓубрива, може исто така да предизвика еколошки проблеми. Појавата на висока содржина на лесно достапен фосфор во почвата (понекогаш и до 10 пати поголем од оптималниот) како последица на употребата на високи дози на ѓубрива, во подолг временски период, доведува до пореметување во минералната исхрана на растенијата. Во присуство на висока концентрација на фосфор, некои биогени елементи, како на пр: железо, бакар, манган, а посебно цинк, создаваат за растенијата тешко достапни соединенија (цинк фосфат).

Фосфорните ѓубрива, како примеса содржат и тешки метали (Cd, Ni, Cr, Hg). Нивната содржина во фосфорните ѓубрива во голема мерка зависи од потеклото на суровите фосфати.

Фосфорните ѓубрива се најголемите загадувачи на почвата со кадмиум. Во некои истражувања се истакнува дека при долготрајната примена на фосфорните ѓубрива, вообичаено е зголемувањето на содржината на овој тежок метал во почвата.

Содржината на жива во поголем број комерцијални, минерални ѓубрива е пониска од 50 mg/kg, освен во фосфорните ѓубрива, во кои може да биде и значително поголема.

Арсенот се карактеризира со голема фитотоксичност. Фосфорните ѓубрива се потенцијален извор на арсен. Неговата концентрација во фосфорните ѓубрива зависи од потеклото на фосфорната руда која во просек содржи околу 8 mg арсен на kg. Се смета дека со употреба на 55 kg фосфорни ѓубрива годишно во почвата, се

внесува 912 mg арсен по m^2 , односно дека неговата концентрација во почвениот слој до 20 cm годишно се зголемува за 0,005%.

Фосфорните ѓубрива се карактеризира со поголема содржина на флуор. Фитотоксичноста на овој елемент, може да се очекува, само во киселите почви. Во присуство на поголема концентрација на калциум и фосфор, тој се врзува, градејќи соединенија кои се достапни за растенијата (CaF_2).

Со користење на фосфорните ѓубрива во почвата се внесува и стронциум. Концентрацијата на стронциум во фосфорните ѓубрива, се движи во широки граници и не ретко достигнува 12 000 mg/kg.

Со употребата на фосфорните ѓубрива, почвата се обогатува и со уран. Токсикологијата на ураниумот се базира на два механизми. Првиот е нерадијационото односно, непосредното токсично дејство, кое е својствено за тешките метали и јонизационото, како последица на емисијата.

Фосфорот га забрзува процесите на еутрофикацијата, на водата. Фосфотот од фосфорните ѓубрива може да доспее во површнските води преку изливање на површинскиот слој на почвата или преку ерозионен нанос и др.

Фосфорните ѓубрива можат да влијаат и на рН вредноста на почвата. Тоа може да има позитивни и негативни последици. Закиселувањето придонесува кон мобилизацијата на неопходните елементи, посебно на микроелементите, а зголемувањето на рН вредност го намалува неповолното делување на киселата средина на растенијата и го мобилизира молибденот.

Фосфорните ѓубрива, покрај фосфорот, содржат и некои други неопходни елементи за растенијата, на пример суперфосфатот, покрај 8% фосфор, содржи 13% сулфур и околу 20% калциум. Еколошкото значење од примената на фосфорните ѓубрива, не се сведува само на обезбедување на растенијата со фосфор. Тоа придонесува и кон обезбедување на растенијата со други неопходни елементи.

Еколошки аспекти од примената на калиумовише ѓубрива

Од калиумовите ѓубрива, најповеќе се користи калиум хлоридот, а поретко, калиум сулфат. Овие ѓубрива не содржат примеси во поголеми количини, кои би можеле да ја загадуваат средината. Благодаретеа на тоа дури и при употребата на поголеми дози од калиумови ѓубрива не доаѓа до оптеретување на ланецот на исхраната со непожелни материи. Во калиумовите ѓубрива во занемарливи количини се наоѓаат Cu, Cd, Sr, Zn и Mo, додека присуството на други елементи, кои можат да ја загадуваат средината, како што се: As, Cr, Co, Cd и Pb заради малата концентрација не можат да се утврдат со вообичаените аналитички постапки.

При употребата на поголеми дози калиум хлорид или калиум сулфат може да дојде до намалување на рН вредноста на почвата како последица од размената на K^+ и H^+ јони, во адсорптивниот комплекс на почвата. Затоа, во случај на употреба на поголеми дози на калиумови ѓубрива, посебно на кисели почви се препорачува користењето на калиум карбонат.

Во случај на ѓубрење со вообичаени дози од калиумовите ѓубриња, не доаѓа до познати промени на рН вредноста на почвата, бидејќи калиумовите соли се неутрални.

Ѓубрењето со калиум - хлорид има за последица губење на хлор од почвата, затоа што јоните на калиумот се адсорбираат. При долготрајната употреба на поголеми дози на калиум, во почвата, се зголемува содржината на лесно достапниот калиум, натриум и бариум.

Тосично делување на некои тешки метали

Олово

Најголем загадувач на природата со олово се моторните возила. Собирањето на олово во растенијата, зависи од повеќе фактори:

- * одалеченоста на растенијата од големите сообраќајници,
- * должината на траењето на вегетацијата;
- * правецот и интензитетот на ветерот;

Интензитетот на контаминација на растенијата со олово, прогресивно се намалува, со нивната оддалеченост од големите сообраќајници. Растенијата оловото во неогранска форма послабо го примаат и пренесуваат во надземните органи, со исклучок на киселите почви каде примаат значително поголеми количини Pb.

Меѓутоа органските соединенија на оловото, особено нивните меѓупроизводи кои се добиваат со разложување на олово - тетраетилот, како што се олово ди и триетили, многу бргу се примаат од растенијата и се пренесуваат во надземните органи. Собирањето акумулирањето на оловото е поинтензивно во коренот отколку во надземните делови.

Големата моќ за акумулирање на коренот, може да биде и еден од заштитните механизми во однос на надземниот дел.

Основниот механизам на токсичност на оловото, е пред се неговото влијание врз метаболизмот ка какациумот и инхибирањето на бројните ензимски системи. Оловото во поголеми концентрации го инхибира издолжувањето на коренот и растот на лисната површина, ја поттикнува оксидацијата на IAA (индол оцетната киселина), го инхибира интензитетот на фотосинтезата, транспортот на електрони во процесот на оксидативната фосфорилација и ензимите на пентозофосфатниот циклус. Оловото има негативно влијание и врз примањето на неопходните елементи и врз морфолошко анатомската градба на растенијата, особено на листовите.

Чувствителноста на одредени растенија кон поголеми концентрации на олово е различна. Механизмот на толерантност на растенијата, кон поголема концентрација на олово, не е сосема јасен и често се поврзува со метаболизмот на фосфорот. Се претпоставува дека растенијата се почувствителни на олово, доколку се недоволно обезбедени со фосфор.

Труењата кај луѓето и животните може да се поделат на **професионални** и **случајни**. Според текот можат да бидат **акутни** и **хронични**. Професионалните

троења со олово од хроничен карактер, можат да се случат при инхалација на оловна пареа или прашина во индустријата. Кај добитокот до троење може да дојде при бањање со инсектициди против паразити, преку затруена храна, со лижење на оловни бои.

Оловото е систематски отров кој ги оштетува ткивата и органите. Тој се врзува за SH групата на ензимите, ги потиснува металите од металоензимите и на тој начин ги инхибира ензимите.

Од вкупно внесената количина, кој човек се ресорбира од 5 до 10%. Тој се собира во коскениот ткиво. Тука се акумулира до 90%. Во коските се натрупува како герциерна сол $Pb_3(PO_4)_2$. Делува кај крвта и хематолитичките органи. Симптоми: суво грло, жед, металеи вкус во устата, грчеви и парализа.

Жива

Живата е многу распространета во природата но во исклучително мали количини. Меѓутоа сите нејзини соединенија се исклучително токсични, заради што и нивната содржина во растенијата е од големо значење.

Фитотоксичноста на живата не претставува поголем еколошки проблем. Концентрациите при кои се воочуваат симптоми на растенијата се над оние кои вообичаено се наоѓаат во почвата. Коренот претставува препрека за поголемо натрупување на живата во надземните делови на растението.

Концентрацијата на жива во надземните органи првенствено зависи од интензитетот на примањето на испарливите соединенија. Во преведувањето на живата во почвата во испарливи соединенија важна улога имаат микроорганизмите. Меѓутоа откако ќе дојде во надземните делови бргу се трансформира.

Испарливите соединенија на живата, лесно поминуваат низ липидниот слој на биомембраните. Живата ја нарушува градбата на биомембраните и ја менува активноста на ензимите, со што го нарушува прометот на материите и го инхибира растењето и развојот на растенијата.

Во поглед на токсиколошкото значење на луѓето и животните, живата после арсенот зазема најважно место. Луѓето и животните се изложени на делувањето на живата преку воздухот почвата и водата, а исто така преку храната. Посебно значење имаат органските соединенија на живата: метил меркури и диметил меркури бидејќи тие подолго се задржуваат во ткивата и имаат специфично делување на централниот нервен систем. Метил - меркури соединенијата се растворливи во масти и степенот на ресорпција изнесува од 60 до 100%.

Јонот на живата е јак протоплазматичен отров. Знаците на акутното троење со овој јон се јак стоматитис, метален вкус во устата, повраќање и пролив. Хроничното троење е скоро исклучиво професионално заболување. Кај потешки форми доаѓа до воспаление на непцата и испаѓање на забите. Максималното ниво на толеранција кон живата, изнесува 2mg/g.

Кадмиум

Примањето на кадмиумот од растенијата зависи од бројни внатрешни и надворешни фактори. Јоните на Ca и Zn го инхибираат примањето на Cd.

Неговото примање зависи и од рН вредноста на почвата и концентрацијата на достапниот фосфор. Од алкалните почви и при поголема содржина на достапен фосфор, растенијата примаат помалку кадмиум. Кадмиумот примен од хранливата подлога главно се задржува во коренот. Содржината на кадмиумот во семињата на житариците, кои се одгледувани па многу контаминирани почви, не преминува повеќе од 1 mg/kg сува материја.

Толерантноста на одредени генотидови кон поголеми колцентрацис на Cd, пред сè, се заснива на помалиот интензитет на примање и транспорт на кадмиумот во надземните органи.

Активноста на бројни ензими нитрат редуктоза директно зависи од степенот на контаминација на растенијата со Cd. Кадмиумот ја инхибира транспирацијата, како и движењето на клетките кои го затвораат стоминиот апарат, како и растот и развојот на растенијата. Дневно човекот се проценува дека внесува од 0,2 до 0,5 mg во зависност од видот на храната. Благите симптоми на троење со кадмиум кај луѓето се манифестираат при исхрана која содржи 15 mg/kg. Кај младите животни кадмиумот го намалува растењето, предизвикува анемија, ентеропатија, хипоплазија на коскената срж, ренални оштетувања, хипотензија и др. исто така се забележуваат проблеми во репродукцијата на некои преживари. Внесувањето на поголема концентрација може да предизвика и симптоми на недостаток на Zn, заради метаболичкиот антагонизам меѓу кадмиумот и цинкот.

Хром

Хромот не е неопходен елемент за растенијата. Во литературата, бројни се резултатите кои укажуваат на неговото, стимулативно делување врз местото и развојот на некои растенија. Поголеми концентрации од хром, делуваат на растенијата многу токсично.

Растенијата се карактеризираат со мала способност за акумулирање на хромот. Во тој поглед постојат значителни разлики помеѓу растителните видови. На пр. акумулацијата на хром во листовите на житото е многу помалку отколку во листовите на зеленчукот. Се смета дека растенијата кои го акумулираат Fe, акумулираат и хром.

Транслокацијата на хром од коренот во надземните органи е многу спора. 98% се задржува во коренот. Примањето на хром, преку листовите и неговиот транспорт од листовите во други органи е исто така минимално.

Симптомите на зголемена концентрација на хром се манифестираат како хлороза и заостанат раст. Поголеми концентрации можат да влијаат и на плодноста на семето, водниот режим, содржината на пигменти во хлоропластите и сл.

До денес нема податоци дали хромот има поголемо значење во исхраната на луѓето, освен што е утврдено дека спаѓа во есенцијалните елементи за метаболизам на гликозата. Орално внесени хромни соединенија слабо се ресорбираат (помалку 1%) најголем дел од внесениот. Хромот се акумулира во црниот дроб и слезенката а исто така и во коскената срж. Знаците на хроничната интоксикација со хром се јавуваат како: дерматитис и рани, надразнети респираторни патишта и карцином.

Акутната систематска интоксикација со хром е ретка а можна е ако се земаат поединечни дози поголеми од 700mg/kg телесна маса на шествалентниот хром кај говедата и 30 до 40 mg/kg телесна маса кај телињата.

Знаците на акутната интоксикација се манифестираат со воспаление на желудникот. Максималното ниво на толеранција во храната на домашните животни за хром оксидот изнесува 300 mg/kg, а за хром хлоридот 1000 mg/kg.

Санација на загадените почви со тешки метали

Тешките метали во синџирот на исхраната, во најголем дел влегуваат преку растенијата. Затоа растенијата кои се одгледани во услови на загаденост со тешки метали не треба да се користат за исхрана на луѓето и животните.

Растителните видови се разликуваат не само по содржина, туку и по местото на акумулирање на тешките метали. Доколку сакаме да се намали внесувањето на тешки метали преку ланецот на исхраната, потребно е да се одгледуваат растенијата кои ги акумулираат во органи кои не се користат за исхрана.

Санацијата на почвите загадени со тешки метали е многу сложен и скап процес. Затоа, многу се важни превентивните мерки, кои ќе го спречат загадувањето на почвата. Содржината на достапните форми на тешки метали во почвата, може да се намали преку нивното трансформирање во помалку достапни форми за растенијата. Тоа може да се постигне со примена на поголеми дози на фосфорни ѓубрива или со промената на рН вредноста на почвата, на пример со калцификацијата на киселиите почви. Во двата случаи постои опасност за растенијата неопходните метали како што се Zn, Cu и Fe да се примаат минимално, и да станат ограничувачки фактор во производство. Покрај тоа, потребно е да се истакне дека достапноста на пооделни тешки метали за растенијата, расте во кисела средина (Fe; Cu, Zn), а за некои во алкална (Mo).

На контаминираните почви, примањето на живата од страна на растенијата може да се достапни форми за растенијата. Во случај на калцификација, при $pH > 6,5$, живата преоѓа во потешко растворливи неоргански соединенија (живин - карбонат; хидрокси карбонат), а после примената на фосфорни ѓубрива, се добива живин фосфат. Метилирањето на живата во почвата може да се намали со употреба на нитратни азотни ѓубрива.

Делувањето на хромот на растенијата не зависи само од неговата концентрација во почвата, туку и од хемиските и физичките карактеристики на почвата, како што се рН вредноста, радиоопотенцијалот; аерираноста, влажноста, содржината на органска материја и др. Од овие карактеристики на почвата, во голема мерка зависи, достапноста на хромот за растенијата, како и степенот на неговата оксидација. Спомнатите карактеристики на почвата, може да влијаат и на степенот на оксидацијата, на хромот во почвата, а со тоа и на интензитетот на неговото примање од страна на растенијата.

Интоксикацијата со кадмиумот, односно дел од механизмите на оваа појава покажуваат метаболички антагонизми помеѓу Cd и Zn. благодарение на тоа влијанието на високи дози од кадмиум може да биде ублажено со зголемена концентрација на Zn, во почвата и храната.

И други елементи, покрај тешките метали, при поголеми концентрацни делуваат токсично на растенијата на пр. As, Se и B.

Токсичноста и акумулирањето на арсенот е поголемо на кисели почви посебно при $pH < 5$. Со калцификацијата на киселите почви не се постигнува намалување на токсичноста на арсенот, бидејќи се добиваат тешко растворливи соединенија на арсенот. Во потешки почви потоа доаѓа до токсично делување на As, отколку на пескливи, затоа што во првите As подобро се врзува. Според некои автори за токсичноста на Ar, многу е важен и односот на концентрацијата на јоните на As и фосфатите. Тие се хемиски сродни заради што во многу процеси се конкурентни. На пример при однос на P и As од 4:1, се намалува чувствителноста на пченицата иа повисоки концентрации As. Фосфатот ја намалува растворливоста на As во почвата, неговото примање од страна на коренот, како и транспортот во растенијата.

Акумулацијата на Se во растенијата, зависи и од хемиските и физичките особини на почвата. Примањето на Se е поинтензивно на слабо кисели и неутрални почви, отколку на алкална температура на почвата е исто така многу важна. Утврдена е негативна корелација помеѓу содржината на глина во почвата и примањето на Se и фосфатите. Со зголемувањет на употребата на фосфорни ѓубрива се зголемува концентрацијата на Se.

Селенот за животните е **биоген** елемент.

Зголемените концентрадии на бор, исто како и неговниот недостаток, предизвикува физиолошки и морфолошки промени кај растенијата. Дијапазонот помеѓу доволната обезбеденост на растенијата со B и прекумерните дози е мал. Токсичното делување на борот кај поледелски култури, може да се очекува кога содржината на растворливиот бор во почвата преоѓа 5 mg/kg, а недостиг, ако е под 1 mg/kg.

3.12. РЕЛЈЕФНИ (ОРОГРАФСКИ) ФАКТОРИ

Релјефот не припаѓа во еколошките фактори кои имаат непосредно влијание врз растот, развојот и распространувањето на растителните организми, заедници или екоситеми, како што се влијанијата на температурата, светлината, водата, воздухот, снегот и др. туку тој има посредно влијание, менувајќи го интензитетот на наведените еколошки фактори кои имаат директно влијание. На пример, релјефот има влијание на распределбата на температурата во просторот, интензитетот на светлината, врнежите, а на тој начин непосредно влијае врз животот на растенијата.

Во зависност од големината и формата, се разликуваат неколку вида: **макрорелјеф** (високите планини, вододелници и др.) **мезорелјеф**, (долини, стрмнини, вододелници и др.) и **микрорелјеф** (мали неравнини со ограничени пространства, бразди во нивите и др.) Ваквата поделба е само условна бидејќи нема точни глемински граници помеѓу нив. Секој од нив има своја улога во формираните комплекси на еколошки фактори за растенијата.

Макрорелјефот влијае на распространувањето на типот на растителноста во поголемите географски пространства. Како пример, може да послужи појавата на вертикалната планинска зонална вегетацијата. Со зголемување на надморската височина, за секои 100 метри, се снижува температурата за $0,6^{\circ}\text{C}$. Исто така се изменува релативната влажност на воздухот и инсолацијата. На планинскиот релјеф се забележува зонално (појасовидно) распростирање на климата и растителноста.



Сл.40 Шематски приказ на висинското и хоризонталното распространување на вегетацијата

Вертикалната распределба на вегетацијата прикажана на Сл. 40 почнувајќи од морската височина (0°) е следнава:

На подножјето господараат типови на растителност карактеристични за дадената географска зона (влажни тропски шуми). Тие последователно, со зголемување на надморската височина се менуваат. Се менува и растителноста која се одликува со поголема издржливост спрема ниски температури, се од 4000 до 6000 метри надморска височина каде се наоѓа вегетацијата на тундрите, а над него вечниот снег.

На ист начин, почнувајќи од екваторјално-тропската зона (0° до 15° географска ширина) зонално се распределени тропските влажни шуми. Во повисоките географски ширини вегетацијата се менуваат соодветно со

промената на климатските фактори, така да на 75° географска ширина е зоната на тундрите, а на 90° с.г.ш., арктичкиот мраз, односно географски појас каде што нема вегетација. Во врска со хоризонталното зонирање, односно хоризонталното простирање на растителните заедници, идеално не е можно да се постави точна граница. Не е можно да се замисли дека на вегетацијата има влијание само географската ширина и оддалеченоста од морето. Ваквата зонираност на вегетацијата ја нарушуваат многу фактори, меѓу кои спаѓа и присуството на пла-нински системи, односно осамени планински масиви. Положбата, големината и правецот на простирањето на планината, во голема мера покажува влијание на општата клима на еден макрорелјеф. Меѓутоа, во планинските области, кои исто така се населени со растителен свет, доаѓа посебно висинско зонирање на вегетацијата, независно од влијанијата на планините врз климата во низините, па спрема тоа и на вегетацијата која се наоѓа во низините. Една од основните карактеристики на планинските услови е фактот што **со зголемување на надморската височина, се намалува масата на атмосферата, а се зголемува прозрачноста на воздухот**. Паралелно со тоа се зголемува интензитетот на сончевото зрачење (дифузната радијација во планините напротив се намалува со зголемување на висината), така да во поглед на загревањето на една активна површина изложена на сонце и на засенченост, постојат големи разлики помеѓу низините и планинските области.

Од друга страна на планините има поголемо иззлучување на топлина, која со зголемување на надморската височина се зголемува, бидејќи со зголемување на висината се намалува и количината на водената пареа во атмосферата, а воздухот станува се попрозрачен. Според тоа, зголемувањето на сончевата радијација со надморската височина, сепак не може да го надокнади расходот на топлината до кое доаѓа со иззлучувањето, и кој тече во текот на денот и ноќта.

Во планините, расходот на топлината по пат на иззлучување го надминува приходот на добиената топлина од сончевата радијација, и тој е за толку поголем, за колку е поголема надморската височина. Тоа е и основната причина што во планинските области, температурата, со растењето на надморската височина изразито се снижува.

Снижувањето на температурата во планините доведува и до скратување на вегетациониот период, кој е за толку пократок, за колку е надморската височина поголема. Приближно земено, должината на вегетациониот период се скратува на секои 100 метри за 11,5 дена. Така, на пример, во Швајцарските Алпи, вегетациониот период на висина од 600 метри, трае 9 месеци, на 1000 метри 7,9 месеци; на 1800 метри 5 месеци; на 2600 метри 1,5 месеци; а на висина од 2800 метри, вегетациониот период трае само 1 месец, додека висината од 3000 метри, е граница на вечниот снег (Horvat, 1949, цитат, Janković, 1979).

Во планините поединечните годишни времиња настапуваат подоцна во споредба со низините, но во поглед на доцната есен се однесуваат на друг начин. Со зголемување на надморската височина, есента не настапува доцна, како другите годишни времиња, туку спротивно, могу порано. Поради тоа растенијата кои цветаат на есен (*Colchicum autumnale*, *Gentiana germanica*, *Calluna vulgaris*, *Parnassia palustris*, многу голем број видови од родот *Euphrasia* и др), во планините почнуваат да цветаат многу порано, отколку во долините.

Во нашите највисоки вегетациони зони, доцната алпска пролет се надоврзува непосредно на раната алпска есен, но сепак не може секогаш да се

констатира снижување на температурата со висината. **Во зимите за време на ведри и мирни ноќи и во текот на денот, температурата во планините расте до одредена височина, така што, во долините (котлините) е поладно отколку на височините.** Наведената појава е означена како **температурна инверзија**. До таква појава доаѓа поради тоа што на поголемите надморски височини ладниот воздух се спушта во долините и се заменува со потопол воздух кој доаѓа од повисоките горни делови на атмосферата. Оттаму, често пати во текот на зимата на високите планини е потопло отколку во долините.

Во врска со појавата на висинската зоналност на вегетацијата, треба да се истакнат неколку посебни законитости. За карактерот на висинското зонирање, од најголемо значење е, во која хоризонтална зона се наоѓа дадениот планински масив. Во тој поглед од големо значење е не само положбата на планините на одредена географска ширина, туку и нивната положба во однос на оддалеченоста од морето. **Планинските масиви кои се наоѓаат поблиску до океаните, ќе бидат под влијание на морската клима, а планините кои се наоѓаат длабоко во континентот, ќе бидат под влијание на континенталната клима.**

Тоа ќе се одрази и во разликите меѓу нивните висински вегетационски зони, без оглед на тоа дали тие планински масиви се наоѓаат на приближно иста географска ширина. Во тој поглед, планинските масиви на Пиринејскиот Полуостров, Алпите, Карпатите, Балканските Планини, Кавказ и Памир, даваат сосема одредена специфичност во својата вегетација. Со други зборови, распоредот на висинските појаси на различните планински масиви, ќе биде различен и тогаш кога тие се поставени на иста географска ширина, во зависност од тоа дали се наоѓаат на пр., во шумската или во степската зона. Инаку, положбата на планинскиот масив во однос на географската ширина има огромно значење.

Може да се каже дека географската положба влијае на тој начин што на планините, бројот на висинските појаси е до толку поголем, до колку тие се поставени на помала географска ширина. Општо земено најмал број на висински вегетационски појаси имаат планините во близините на половите, а најмногу, високите планини околу екваторот. Потребно е исто така да се подвлече дека на екваториалните планини, експозицијата нема такво значење како во умерените и северните области, како резултат на високата положба на сонцето, односно аголот под кој паѓаат сончевите зраци во текот на целата година. Спротивно на тоа, одејќи од екваторот кон север и југ, односно кон половите, значењето на експозицијата за развојот и зонирањето на одредени вегетации во планинските области е се поголема.

Паралелната распространетост на вегетацијата со оддалеченоста од морето го одредуваат морските струења, воздушните системи како и надморската височина. На површините кои се оддалечени од морињата или пак во затворените котлини, во зоните со континентална клима кои се поволни за формирање на шумска вегетација, може да се формира пустинска или полупустинска вегетација (пример, внатрешно-азиска пустина и степската зона).

Меѓутоа, на планинските делови, одејќи кон горните височини, една над друга се сместени вегетационските зони кои обично се наоѓаат една од друга понасевер (во јужниот пол по на југ). Таквите зони кои се распоредени една врз друга, се означуваат и како висински региони. Така, на пример, во Средна Европа над листопадните шуми кои се карактеристични за оваа вегетационска

зона, наместо шумите на тајгите, се јавува вегетациски реон на смрчата (*Piceaabies*) итн.

Меѓу одделните зони, во повеќе случаи се протегаат широки преодни зони. Во рамките на една зона, во стрмнините или вдлабнатините кои располагаат со посебни климатски карактеристики, може да се појават и други вегетациски заедници. Во тој случај се зборува за **екстразонални растителни заедници**. Таков случај се наоѓа во зоната на дабовата шума на Централните Унгарски Планини (Magyar-kozephegyseg), каде во топлите јужни стрмнини се наоѓаат степски ливади, а на северните ладни долини се наоѓаат букови шуми, спуштени дури до 400 метри надморска височина, а над нив на повисока надморска височина е зоната на дабовите шуми.

Во посебни услови за живот, многу често меѓу поразмерни почвени услови, во повеќе вегетациски зони може да образува истата растителна заедница. Ваквите растителни заедници се означуваат како **едафски или интразонални заедници** (на пример, заеницата на трската при слични услови може да се сретне во бореалната зона на тајгите, во зоната на листопадните шуми, па дури и во суптропската зона).

Мезорелјеф. За помалите форми на релјефи во споредба со планинските, може да се каже дека во изменувањето на растителниот покрив со висинските разлики е многу слабо изразено. Меѓутоа, врз распространувањето на одделни видови растителни заедници влијание има и мезорелјефот. Така, разликите кои настануваат во некои станишта во поглед на температурниот, светлосниот, водниот режим и др., се фактори кои во голема мера зависат од конфигурацијата на теренот. Еколошките фактори покажуваат различен интензитет кој е во зависност од стрмнината (инклинација) на теренот, експозицијата (јужна, западна, северна, источна или североисточна, југозападна итн.). Сите станишта кои се под влијание на мезорелјефот, располагаат со посебни еколошки карактеристики, каде различни растителни заедници или индивидуи си наоѓаат за себе оптимални услови за нормален раст и развој (растителни заедници или индивидуи кои бараат повлажни или посуви услови, поосветлени или позасенчени терени, потопли или поладни, покисели или побазични подлоги, слабо солени или богати со соли станишта и др.).

Микрорелјеф -може да биде поврзан како со разликите во рамнината на теренот (нерамни или рамни површини на почвата), така и со својствата на растот на самите растенија (образувано стебло, корен па и форма на лист).

Микрорелјефот се одликува со тоа што располага со станишта кои имаат различни услови за живеење на растенијата кои не се толку значајни по нивната просторна раширеност, но со доволно јасно изразени влијанија на еколошките фактори кои се одликуваат по својот карактер. Поради тоа и од микрорелјефот понекогаш зависат микроструктурата на растителниот покрив присуство на видови со различни еколошки карактеристики на сосема мал простор (среќавање на поксерофилни и крајно хигрофилни елементи) станишта кои имаат карактер на мочуришта или исушени блата; мозаична растителност на ливадската вегетација кои по влажноста на стаништето незабележително се разликуваат; разновидност на флорните елементи па и на цели халофитни асоцијации на солени почви каде нивото на солите во почвените слоеви на одделни места се разликува во многу мали размери.

3.13. БИОТИЧКИ ОДНОСИ КАКО ЕКОЛОШКИ ФАКТОРИ

Под биотички односи или биотички фактори се подразбираат меѓусебните влијанија што организмите ги исполнуваат едни врз други врзј развојот, растот, исхраната, репродукцијата, продукцијата и нивното загинување.

Тие влијанија можат да се содржат во рамките на популацијата на истиот вид (*хомотипски*), или пак помеѓу организмите на различните видови (*хетеротипски*), било да се работи за влијанија помеѓу различните растителни односно животински организми или помеѓу растителните и животинските организми.

Во рамките на една заедница, популациите, на различни начини и со различни механизми се условуваат едни со други. Во зависност од насоката на условувањето, дејството може да биде **неутрално, негативно или позитивно**. Меѓусебните односи на организмите може да бидат корисни и за едниот и за другиот организам или штетни, понекогаш корисни за едниот, штетни за другиот организам итн. Според нивниот карактер се разликуваат неколку биотички меѓусебни односи и тоа:

Мутуализам:

Заеднички живот каде што двата партнера имаат корист.

Во случај тој однос на заеднички живот да е на ниво на клетка, се зборува за симбиоза, а организмите се означени како симбионти. Мутуализмот може да биде факултативен (незадолжителен) и облигатен (задолжителен), каде што организмите не можат да живеат едни без други. Добар пример за биотичкиот однос мутуализам претставуваат лишаите. Тоа е симбиоза помеѓу автотрофни алги и хетеротрофни габи. При ваквиот заеднички начин на живеење габата ја снабдува алгата со вода и минерални материи од почвата, а за возврат добива од автотрофната алга асимилати, првенствено јаглехидрати. Симбиотската појава е многу пораспространета во живиот свет отколку што се мислело порано. Симбиозата може да настапи меѓу голем број таксономски групи. Така, на пример, на микробиолошко ниво се познати следните симбиотски видови: *бактерија-бактерија; габа-габа; габа-бактерија; габа-вирус; алга-алга; алга-габа; алга-бактерија; и меѓу вирус со вирус*.

Една интересна форма на заеднички живот е **интрацелуларната симбионт** каде еден едноклеточен симбионт може да се вгради во клетката на домаќинот. Ваква форма на симбиоза е добро проучена кај заедничкиот живот на протозоата *Paramecium bursarii* со алгите од родот *Chlorella*. Алгата живее во цитоплазмата на парамециумот. Во присуство на органски хранливи материи (бактериска храна), на темно, парамециумот прекумерно го зголемува симбиотскиот партнер и во тој случај живее на хетеротрофен начин и е се поголем бројот на единките кои не содржат *Chlorella*. Во случај хетеротрофната храна да е ретка, а светлината обемна, тогаш единките кои содржат алги растат побрзо. Во овој случај создавањето и распространувањето на симбиотскиот однос е регулиран од околината.

Организираноста на симбиозата може да биде во таква мера, што внатрешноклеточниот фотосинтетски активен симбионт, може да се смета за дел од генетската структура на парамециумот.

Вграденоста на еден симбионт во внатрешноста во друга клетка, може да има последици од кои вградениот партнер може да ја изгуби способноста за синтеза на одделни материи. Во многу случаи, интерцелуларниот симбионт ја отстапува неопходната функција во размената на материите на домаќинот-симбионт. На тој начин на крај интерцелуларната симбиоза постепено преминува во облигатна. Потребно е да се истакне дека главен услов за опстојување на стабилна симбиоза, е односот во степенот на растењето на двата симбиотски партнери да биде околу 1:1.

Биотички однос мутуализам се среќава кај азотофиксаторите кои живеат заеднички живот со корењата на особено легуминозните растенија. Бактеријата *Rhizobium radicicola* низ кореновите влакненца навлегува во клетките на примарната кора на коренот, ги инфицира и тие интензивно се делат формирајќи макроскопски грутчести творби исполнети со бактерии. До овој момент може да се зборува за чист паразитизам. Меѓутоа, инфекцијата не се шири надвор од брадавичестите структури. Протопластот од клетките на домаќинот почнува да ресорбира дел од бактериите. На тој начин растението доаѓа до азот кој бактериите го врзуваат од воздухот после инфицирањето на растението. За фиксација на слободниот азот потребен е контакт на бактеријата со домаќинот кој ја снабдува со јаглехидрати. Консумирањето на бактериите напредува се до цветањето на растението, а после тоа, кај едногодишните виши растенија таквите грутчести творби пропаѓаат и не се способни да консумираат бактерии во поголем број, туку оние што влегуваат во коренот се враќаат назад во почвата.

Кооперација. Постојат повеќе односи помеѓу организмите кои се од обострана корист, но немаат карактер на симбиоза бидејќи организмите не се трајно поврзани во заеднички живот. Во таков случај може да се зборува за **кооперациски однос**. На пример, има животински организми кои привремено живеат во растителни органи (цвет) и за тоа време вршат опрашување (зоохорија).

Комензализам. Претставува заеднички живот во кој едната единка има корист, а другата нема корист, меѓутоа нема ни штета. Таков заеднички живот имаат епифитните растенија кои главно се претставени од алги, лишаи и мовови. На пример, во северните четинарски шуми чести се висечките лишаи: *Usnea* и *Alectoria*. Во тропските влажни дождовни шуми, меѓу епифитите се наоѓаат и виши растенија како што се на пример, *Asplenium nidus* како и претставници од фамилијата Orchidaceae, кои имаат специфични корења со кои ја примаат атмосферската влажност. Понекогаш епифитите може да се развиваат во толкава мера, што го спречуваат нормалниот развој на крошните на дрвјата, а ја спречуваат и животната активност, покривајќи помал или поголем дел од нивната површина. Во случајот со епифитите тоа е сосема јасно. Покривајќи ја површината на листовите на домаќинот, ја отежнуваат или ја оневозможуваат фотосинтетската активност. Ваквата појава во наши услови не е толку изразена, но во тропските шуми оваа појава е силно изразена. Под големата тежина на лијаните, се кршат цели гранки од дрвјата, а некои видови може да бидат скоро задушени. Во таков случај не може да се зборува за комензализам, бидејќи не се однесува на заеднички живот од кои едниот нема корист, но нема ни штета.

Паразитизам Под **паразитизам** се подразбира таков однос помеѓу два организми каде што активноста на животот на едниот организам доведува до тежки промени во телото на другиот организам.

Разликуваме **ектопаразити**, кои паразитираат на надворешноста на растителното тело и **ендопаразити** во внатрешноста на домаќините.

Според начинот на исхраната разликуваме, **холопаразити** или **вистински паразити** и **хемипаразити** или **полупаразити**. **Првите имаат хетеротрофен начин на исхрана, а вторите автотрофен, односно органските материи ги произведуваат фотосинтетски, а домаќинот ги снабдува со вода и минерални материи.**

Некои паразити се ограничени на еден домаќин, а други на два или повеќе домаќини. Забележлив пример од полупаразитите се имелите (Loranthaceae), застапени кај нас со три родови: *Loranthus*, *Viscum* и *Arceuthobium*. **Жолтата имела** (*Loranthus europeus*) е многу чест паразит на дабот, поретка на костенот, додека белата имела (*Viscum album*), повеќе паразитира на тополата и липата, а често пати и на овошните дрвја, а особено на стеблата од јаболкниците. На елата паразитира *Viscum abielis*, а во приморските краеве на смреката (*Juniperus oxycedrus*) паразитира *Arceuthobium oxycedri*.



Сл.41 *Loranthus europeus* ;

Viscum album

Во групата на хемипаразитите припаѓаат претставници од фамилијата Scrophulariaceae. Чести паразити на коренот кај ливадските растенија се: *Melanpyrum*, *Euphrasia*, *Pedicularis* и др.

Многу паразитски бактерии и габи се причинители на разни болести кај растенијата и животните. Позната е габата пероноспора на виновата лоза (*Plasmopara viticola*), чиј мицелиум живее во внатрешноста на листовите и плодовите на лозата, па пероноспората на компирот (*Phytophthora infestans*) и др. Житната 'рѓа (*Puccinia graminis*) исто така претставува штетен паразит. Развојниот циклус на оваа габа почнува на шимширот (*Berberis vulgaris*), а го завршува на втор домаќин од тревестите растенија, како пченицата или 'ржта. Од паразитските габи познати се и видовите кои припаѓаат на родот *Ustilago* (*Ustilago zea*, *Ustilago tritici*, *Ustilago avenae*) кои паразитираат на пченката, пченицата, овесот, итн. Од вишите растенија кои во текот на еволуцијата преминале во холопаразити, позната е вилината косица или т.н. жолта трева (*Cuscuta*), која што е чест паразит на стеблата и листовите на детелината, луцерката, копривата, пиперката и на многу други растенија. Познати се видовите од родот на сината китка (*Orobanche*) која паразитира на корењата кај

голем број виши растенија (домати), кој паразит предизвикува големи штети на културните растенија, а исто така и во шумарството.



Сл.42 *Cuscuta sp.*



Сл.43 *Orobanche sp.*

Предација. Вид на интеракција кога еден организам (предатор) напаѓа и убива друг организам (жртва). Овој биотички однос, повеќе е застапен меѓу животинските организми, каде првиот вид прима храна, а вториот трпи штета. Во растителниот свет таков биотички однос се однесува повеќе за инсективорните растенија како што се на пример, видовите од родовите: *Utricularia*, *Aldrovanda*, *Dionea*, *Drosera*, *Nepenthes* и др.

Алелопатија (антибиоза). Под алелопатија се подразбира способност на некои растителни видови да излучуваат специјални хемиски соединенија кои имаат инхибиторно влијание за нормален развој, раст и распространување за едни растителни видови, а стимулативно за други видови.

Во лабораториски услови е утврдено дека голем број растителни видови за време на 'ртењето издвојуваат материи со токсично дејство (скополетин, ескулин, етилин, цинеол, камфор, јаболчна киселина и др.), кои го спречуваат 'ртењето на други видови. Констатирано е дека извлечен сок од листовите на некои пустински грмушки, покажувал токсично влијание на домотот и на некои други растителни видови. Меѓутоа, исто така, се покажа дека тревестите растенија кои живееле заедно со овој тип на грмушки, претрпуваат оштетувања само во лабораториски услови како резултат на излачените соединенија, а не во природни услови. Во американските пустини е забележано дека грмушките се наоѓаат на одредено растојание едни од други како да се засадени на вештачки начин. Тоа било последица на излучување на токсични материи од корењата кои имале инхибиторно дејство. Со тоа се потврдува фактот дека во пустините, еногодишните растителни видови се развиваат после паѓање на одредена

количина дождови кои акумулираните токсични инхибиторни материи за 'ртењето на семињата ги промиваат, разблажуваат или пак ги разградуваат.

Многу сознанија укажуваат на појави кои се во тесна врска со алелопатијата. Така, некои истражувачи констатираа дека плодот на грозјето заврзува лошо во присуство на видовите од родот *Euphorbia* и дека семките на љубичицата (*Viola tricolor*) за 4 пати подобро 'ртат ако се посеани заедно со семе од 'рж. Многу одамна е познато дека со разградувањето на некои изумрени растителни остатоци, како на пример, иглици на борот се ослободуваат материи кои претставуваат многу јаки инхибитори за 'ртењето на семињата, иако, по одредено време таквите материи се разградуваат во почвата. Биохемиското инхибиторно дејство на наведените материи е многу позначајно во предели со семиаридна и аридна клима, а и во ладни предели, отколку во хумидна или перхумидна клима, бидејќи обилните дождови ги промиваат токсичните материи. Исто така и почвените микроорганизми ваквите соединенија толку брзо ги разградуваат, што тие не можат да го исполнат токсичкото влијание. Но и природните соединенија на почвата ја променуваат молекуларната структура, како и природата на хемиската врска. Во секој случај, веќе се познати многу алелопатски односи во природни услови и врз основа на таквите познавања се донесени некои заклучоци. Општо земено, алелопатијата во природата е значајна за контролата во формирањето на растителните заедници. Се разгледуваат не само директните влијанија туку и индиректните. Така, на пример, неосетливите видови спрема споменатите соединенија, трајно ќе остануваат и на тој начин го успоруваат развојот во сукцесијата. Поради тоа што, како дејството, така и чувствителноста се специфични за одделните видови, а алелопатиските реакции до одреден степен го одредуваат и видовиот состав. Според тоа, биохемиските дејства на природните заедници, видовиот диверзитет можат да го насочат во две насоки: со силна инхибиција алелопатијата во одредени прилики може да биде одговорна за низок степен на диверзитет. Меѓутоа, во други случаи, врз основа на некои хемиски прилагодби, можно е да дојде до диференцирање на еколошки ниши, односно до голем видов диверзитет. Од растителните видови кои излучуваат материи со инхибиторно дејство, познати се микроорганизмите: *Penicillium*, *Streptomyces*, *Actinomyces*, лишаите, како и голем број виши растенија, како што се некои видови од папратите. Добро познат вид од кормофитните растенија е на пример, *Hieracium pilosella*, кој вид излучува материја која го спречува растот на други растенија, или пак, орловиот папрат со излучените материи го спречува 'ртењето на желадите од дабот.

Компетиција. На простори каде што живеат растенија со исти или слични животни потреби, со поголем број отколку што дозволуваат животните услови, се води борба за просторот, храната, светлината итн.

Со растењето на индивидуите, просторот, а со тоа и изворите за храна и енергија се помали, поради што послабите постепено изумираат, а се одржуваат само највиталните. Тоа се воочува со примерот кој го дава Морозов, по кој, на 1 ha површина би можело да растат 1 048 680 десетгодишни единки на бука. Во 50 годишна состоина, на истата површина остануваат околу 4 460 единки, а во 120 годишна состоина, само 509 стебла, односно останува само еден примерок на секои 2000 единки. Исто таква конкуренција постои и помеѓу различните видови, во истиот простор. Во конкуренцијата доминираат видовите кои се одликуваат со брз раст, сезонски периодичитет, можност за регенерација на вегетативните делови, начин на размножување итн.

4. АГРОЕКОСИСТЕМИ

ЗЕМЈОДЕЛСТВО

Земјоделството во суштина претставува манипулација преку екосистемите за да се произведе или одгледа органска материја (растителна или животинска) со употреба на земјиште (почвата како ресурс). Продукцијата може максимално да се **зголеми** со употреба на различни технологии и техники (употреба на ѓубрива, селекција - генетска манипулација, наводнување, механизација). Паралелно со тоа, се применуваат други методи за **минимизирање на загубите** на продукцијата од штетници и плевели (прку употреба на различни средства и техники - механичко плевање, биолошка контрола, употреба на пестициди како што се инсектициди, фунгициди, хербициди). (Биолошката контрола опфаќа борба со штетниците преку внесување нивни природни “непријатели” во агроекосистемот, но и употреба на феромони - инсектски хормони што ги привлекуваат штетниците за потоа да бидат уништени со отрови).

Примарната цел на земјоделството отсекогаш била да се задоволи потребата од земјоделски производи, главно храна, но исто така и сировини (текстилни и други индустриски преработки). Иако традиционалната цел на земјоделството не се променила, природата, структурата и начините со кои се постигнуваат целите на земјоделството се значително променети во текот на последните неколку децении и најверојатно уште ќе се менуваат.

Промените произлегуваат од различни фактори:

- начините и количините на употреба на земјоделските продукти
- распоредот на храна и преработката
- генетичкиот развој на земјоделското производство
- растечката глобализација на земјоделските пазари
- влијанието на националните и меѓународните земјоделски политики.

Успехот на човештвото во однос на земјоделската продукција сепак не останал како светол пример. Порастот на продукцијата предизвика зголемено негативно влијание врз животната средина - од загадување на подземните води до загуба на станишта и растителни и животински видови. Особено е значајно влијанието на земјоделството врз промените во пределот и директно на природните екосистеми.

Производство на храна

Продукцијата на храна на светско ниво значително пораснала од 1950 година наваму. Порастот на производство на зрнеста храна, месо и риба (производството на риби главно не зависи од антропогените екосистеми, туку природни - морски) го

надминало растот на хуманата популација. Порастот се должи на зголемувањето на продукционата основа (земјиште) и порастот на самата продуктивност. Светското производство на зрнеста храна пораснало за повеќе од три пати од 1950 до 1990 година (од околу 700 милиони тони на 1900 милиони тони). Зголемувањето од 2,7% годишно било поголемо од просечниот раст на популацијата.

Таб. 8 Производство на храна во светот

	Зрнеста храна (1000 t)		Месо (1000 t)	
	1980	1990	1980	1990
Свет	1.565.208	1.952.175	134.626	175.102
Европа	460.857	506.582	54.645	63.445

За разлика од тоа, денеска постојат показатели кои укажуваат на тоа дека зголемувањето на производство на зрнеста храна и главните извори на протеини (месо на пример) не може да оди во чекор со зголемувањето на човековата популација. Вкупната земјоделска (оранична) површина во светот се намалува како резултат на опустинувањето и урбанизацијата. Вкупната површина под жита се намалила од 735 милиони хектари во 1981 година на 695 милиони хектари во 1991 година. Покрај тоа, влијанието на модерните методи во земјоделското производство врз животната средина можат да придонесат за додатни закани на производството на храна на долгорочен план.

Треба да се спомене дека глобалното производство на храна не е доволен показател за проценување на состојбата во светот затоа што ги маскира регионалните разлики (северни - богати и јужни - сиромашни региони).

Сите аспекти на земјоделството, вклучувајќи производство, економија и преработка, се предмет на проучување на агрономијата или земјоделската наука.

Но, што е агроекологија?

АГРОЕКОЛОГИЈА

Агроекологијата може наједноставно да се дефинира како екологија на системите за производство на храна (food systems).

Основите на агроекологијата, или поточно еколошкиот пристап во агрономијата произлегле од истражувањата за тоа **каде** одредени растенија се одгледуваат и за тоа **каде** секое од нив е најдобро адаптирано кон климатските услови во кои се развива. Почетоците на ваквиот пристап датираат некаде од првата половина на минатиот век, а меѓу првите истражувачи што го употребил терминот екологија во агрономијата е Klages (1928) - "Екологија на приносот (земјоделскиот) и еколошка географија на културите во земјоделските наставни планови". Од тогаш терминот се употребувал во различни форми (екологија во агрономијата, агрономска/земјоделска екологија и слично), а од 60-тите години од минатиот век се употребува агроекологија (од 1970 година е целосно усталин: агроекологија - агроекосистеми).

Практично, агроекологијата се занимава со проучување на влијанието на еколошките фактори врз продукцијата на културите (биотички и абиотички). Покрај

тоа цел на агроекологијата претставува и влијанието на агротехничките мерки врз животната средина (почвите, подземните води).

Значи, агроекологијата е проучување на земјоделските екосистеми и нивните компоненти во однос на функцијата внатре во системот, како и во контекст на пределот што ги содржи. Примената на ова знаење може да доведе до поодржливи земјоделски екосистеми кои се во рамнотежа (и хармонија) со пределот и екорегинот.

Во најново време агроекологијата се дефинира сè повеќе како **“примена на еколошкиот концепт/пристап и принципи кон проектирањето, развојот и управувањето на одржливите земјоделски системи”**, или поедноставно - **наука за одржливото земјоделство**. Оттука, методите на агроекологијата имаат главна задача да обезбедат урамнотежена одржливост на земјоделските системи (агроекосистеми) во сите сфери. Тоа вклучува социо-економски и еколошки моменти или аспекти на животната средина.

Дефиниција на “одржливо земјоделство” допрва треба да се определи. Сепак, Allen et al. ја предлагаат следната дефиниција: “Одржливо земјоделство е она што подеднакво ги опфаќа грижата за животната средина (кај нас обично се вика еколошко производство), економската исплатливост и социјалната правда помеѓу сите сектори на општеството”. И покрај тоа што оваа дефиниција дава соодветна рамка на цели, таа не ја дефинира општата цел на одржливоста. Не одговара на прашањето - што треба да се одржи и за кого? Сепак, може да се додаде соодветна преамбула и дефиницијата би била: **Одржливо земјоделство е она што е способно да обезбеди вечна вредност за општеството. Одржливото земјоделство, вака дефинирано, мора да почива на еколошки принципи и да биде економски оправдано и социјално праведно (John E. Ikerd, 2005)**. Оваа дефиниција ја става јасно до знаење антропогената природа на одржливоста на земјоделството. Грижата за одржување на земјоделството произлегува од неговото значење за добробитта на луѓето, како сега, така и во иднина. Сепак, дефиницијата е и еоцентрична во поглед на тоа што експлицитно ја поставува критичната поврзаност на луѓето со другите биофизички елементи во природата. Еколошката, економската и социјалната одржливост претставуваат неопходни услови за одржливоста на земјоделството. Тоа значи дека оваа дефиниција ја наметнува потребата од вклучување економски и социјални индикатори во било која проценка на одржливоста на земјоделството, што значи, во секоја проценка за здравјето на агроекосистемите.

Одржливоста како термин често се врзува со земјоделството, што е во согласност со неговото силно влијание врз животната средина, како и со светскиот тренд на воспоставување одржлив развој (Рио 1992).

Земјоделскиот систем е отворен систем кој врши интеракција со природата (биосферата) и со општеството. Развивање на одржлив систем за храна ќе бара да се посвети поголемо внимание врз ефикасноста на целиот процес на претварање на природните ресурси до она што доаѓа до трпезата на потрошувачите. Тоа подразбира производство на храна (класична агрономија и агроекологија), преработка, маркетинг и употреба. Практично најголемото количество енергија (можеби >75%) се троши на чекорите после производството на нива: транспорт-преработка-транспорт-пазари итн. Сето тоа има силно влијание на земјоделството па затоа агроекологијата треба да го земе предвид во своите проучувања.

Една од основните цели на агроекологијата денес претставува: **“подобро да се проектираат земјоделските системи за да вклучат/опфатат слични структурни**

карактеристики и да поддржуваат слични функционални патишта како и природните екосистеми”.

Основен концепт/идеја во агроекологијата, или единица на проучување, е агроекосистемот (како што екосистемот е основна саморегулирачка единица во екологијата).

Од агроеколошка гледна точка, сите земјоделските системи се еколошки оправдани.

Сето понапред е целосно соодветно на терминот органско земјоделство во Европа, термин кој е одомакен и кај нас. За разлика од тоа, терминот агроекологија кај нас сè уште го има класичното значење.

Според John E. Ikerd агроекосистемите се управувани екосистеми. Земјоделството традиционално вклучува (значи) свесен обид на луѓето да ги сменат или управуваат природните екосистеми. **Основната цел на земјоделството е да ја промени еколошката рамнотежа така што да ги постават луѓето во предност во однос на другите видови организми во поглед на продукција на храна и физичка заштита.** Практично, луѓето се единствени меѓу живите организми во однос на тоа што прават намерни целни одлуки што можат да ја подобрат или деградираат состојбата на екосистемите, чиј дел сме и ние - луѓето.

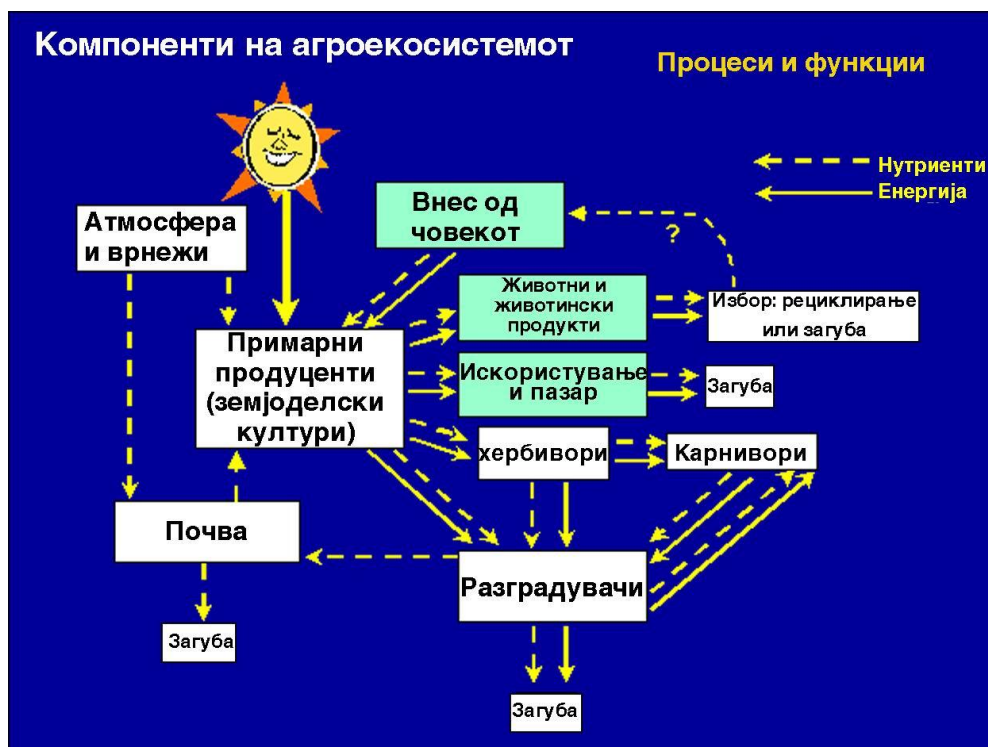
Агроекологијата како научна дисциплина обезбедува научна подлога за валоризација (вреднување) на агроекосистемите. Агроекологијата всушност претставува интеграција (или фузија) на екологијата и земјоделската наука (агрономијата). Но, сè уште постои неусогласеност во тоа дали да се вклучат социјалните науки паралелно со природните во агроекологијата. Глисман ја промовирал идејата за тоа дека **агроекологијата е “повеќе од чиста екологија применета во земјоделството, односно таа се стреми да стекне културна перспектива проширувајќи се со вклучување на човекот и неговото влијание врз животната средина во земјоделството”.**

АГРОЕКОСИСТЕМИ

Агроекосистемот во најново време се дефинира како **“биолошки и природен систем за ресурси управуван од човекот со примарна цел за производство на храна како и други општествено вредни непрехранбени добра и услуги на животната средина”** (за “услуги” се сметаат на климатски промени и биогеохемиски циклус на јаглерод, биодиверзитет, води).

Агроекосистемите, или земјоделските екосистеми, се оние екосистеми што се користат во земјоделството и тоа на сличен начин, со слични компоненти, слични взаемни дејствија и функции. Агроекосистемите опфаќаат поликултури, монокултури и мешани системи, вклучувајќи фарми (crop-livestock systems - системи сточна храна-стока), агрошумарство, агро-силво-пасишни системи, аквакултура (рибници), како и пасишта и угари.

Можат да се сретнат насекаде во светот, од влажни станишта и низини до сушни предели и планини. Основна карактеристика им е нивната **интеракција со човековите активности**, вклучувајќи ги социо-економските активности и социокултурниот диверзитет.



Сл. 44 Основни карактеристики и компоненти на агроекосистем

Основните карактеристики и компоненти на агроекосистемите (Сл. 44) се исти како оние на природните екосистеми: процесите на примарна продукција (сончева енергија), консументи и разградување кои се наоѓаат во содејство со абиотичките компоненти на еколошкиот систем и резултираат со проток на енергија и кружење на материја. За разлика од природните екосистеми, економските, социјалните и другите факторите на животната средина **мора** да бидат додадени на основниот концепт заради антропогениот елемент којшто е многу тесно поврзан со создавањето и одржувањето на агроекосистемите.

Основните разлики со природните екосистеми опфаќаат:

1. Додатни извори на енергија што се користат за да се унапреди продукцијата; тоа се преработени горива (фосилни), животински и човечки труд;
2. Редукција на диверзитетот на видови со управувањето од човекот, со цел да се зголеми приносот на специфични култури или стока;
3. Доминантните растителни или животински видови се повеќе под вештачка отколку под природна селекција;
4. Контролата е надворешна и целна, а помалку внатрешна преку повратна спрега на потсистемите, како што е во природните екосистеми.

Агроекосистемите не настануваат без човечка интервенција во пределот. Тие се поврзани со човековите економски цели на продукција, производство и заштита. Затоа агроекосистемите се по дефиниција контролирани екосистеми.

Сите екосистеми се отворени (вршат размена на материја и енергија со други системи), но агроекосистемите се најотворени. Кај нив постои голем изнес на растителни и животински продукти (поголемиот дел од продукцијата), како и зголемени можности за загуба на минерални материи. Затоа модерните агроекосистеми се исклучително зависни од човековите интервенции и не би можеле да опстанат сами за себе. Поради тоа тие понекогаш се нарекуваат вештачки системи (спротивно на природните екосистеми).

Дефинициите на агроекосистемите често ја опфаќаат целокупната основа за поддршка (енергија, додадена материја, семиња, хемикалии, дури и социо-политичко-економскиот матрикс во кој се донесуваат одлуки за управување со нив). Тоа е всушност и поле на интерес на агроекологијата. Поради тоа, Кросли (1984) смета дека основата на агроекологијата треба да биде **земјоделско-стопански систем (farm system)** кој се состои од повеќе агроекосистеми, вклучително и механизми за поддршка.

Сепак, агроекосистемите ги задржуваат основните функционални карактеристики на екосистемите - механизмите за зачувување на минералните елементи, начините на складирање и користење на енергијата и регулација на биодиверзитетот.

Со оглед на намената, основни карактеристики на агроекосистемите се:

- зголемена продуктивност на продуцентите преку нагубрување;
- подобрена продуктивност преку вештачка селекција на сорти и раси;
- управување со “штетниците” со најразлични контролни механизми;
- управување со различни аспекти на хидролошкиот циклус;
- обработка на почвата.

Основните карактеристики на агроекосистемите (одржливи и класични) во однос на природните екосистеми се прикажани на Таб. 9 и 10.

Таб. 9 Споредба на природните екосистеми со агроекосистемите (еколошки природ)

	Природни екосистеми	Агроекосистеми
Нето продукција	средна	висока
Трофички интеракции	комплексни	едноставни, линеарни
Диверзитет на видови	висок	низок
Генетски диверзитет	висок	низок
Биогеохемиски циклуси	затворени	отворени
Стабилност (отпорност)	висока	ниска
Антропогена контрола	независни	зависни
Траење (време)	долго	кратко
Хетерогеност на стаништето	комплексна	едноставна

Таб. 10 Својства на природните екосистеми споредени со одржливи и конвенционални агроекосистеми (агроеколошки природ)

(Својствата припишани на овие системи се најприменливи на ниво на фарми - ниви и за кратко- до среднорочни рокови)

	Природни екосистеми	Одржливи агроекосистеми	Конвенционални агроекосистеми
Продукција (принос)	низок	низок/среден	висок
Производство (процес)	среден	среден/висок	низок/среден
Диверзитет	висок	среден	низок
Отпорност	висок	среден	низок
Стабилност во output-от	средна	ниска/средна	висока
Флексибилност	висока	средна	ниска
Човекови нарушувања на еколошките процеси	ниски	средни	високи
Отпорност на надворешни антропогени внесови	ниска	средна	висока
Автономија	висока	висока	ниска
Одржливост	висока	висока	ниска

Основните карактеристики на агроекосистемите во поглед на материјално-енергетскиот биланс (основната карактеристика на функционирањето на секој екосистем) подетално беа опишани во воведот, при определувањето на разликите помеѓу природните и антропогените екосистеми.

Биодиверзитет и синцири на исхрана, структура на агробиоценозата

Најважна карактеристика на агроекосистемите во поглед на структурата на заедницата е недостаток на одредени алки во синцирите на исхрана и доминација на одредени видови поддржувана од човекот (монокултура). Оваа доминација на некој вид (обично растителен вид што се одгледува заради добивање принос) се одржува со помош на отстранување на конкуренцијата (хербициди или механички). Намалувањето на квалитативниот состав на биоценозата (промени во структурата на биоценозата) доведува до нарушување на стабилноста на заедницата заради нарушените биотички односи (но и заради несоодветните адаптации на културата). Тоа пак, од своја страна, предизвикува популациски бум на други видови коишто можат да ја уништат културата што повлекува додатни интервенции на човекот - употреба на инсектициди, родентициди, фунгициди или биолошки начин на борба против “штетниците”. (Значајно е што доскорешните учесници во синцирите на исхрана во биоценозата сега се трансформираат во т.н. од агрономите и шумарите “штетници”).

Покрај нарушувањата на видовиот диверзитет во агробиоценозата, земјоделството и агроекосистемите имаат силно влијание и врз општиот биодиверзитет: намалување на природните станишта и екосистеми, фрагментација на стаништата, уништување на видови заради недостаток на станишта и намерно уништување. Особено е значајно во тој контекст интензивното земјоделство. Во огромните земјоделски поседи комплетно е нарушен диверзитетот во рамките на пределот (пределот станува бесструктурен - само полиња - таков предел во Западна Европа се вика *polders*), а постоечките сорти и раси се заменуваат со нови, помалубројни и попродуктивни со што се губи генетскиот диверзитет.

ПОЛЈОДЕЛСКИ АГРОЕКОСИСТЕМИ

Најголемиот дел од објаснувањата за функционирањето на агроecosистемите, како и разликите со природните екосистеми се однесуваат на полјоделските екосистеми. Во ова поглавје се дадени основните карактеристики на материјално-енергетскиот метаболизам на нивите и полињата.

Минерални ѓубрива

Изнесената материја од агроecosистемите во вид на жетва или со напасување најчесто се надоместува со внес на вештачки ѓубрива. Најчесто употребувани ѓубрива се азотните, фосфорните и калиумовите. Светскиот просек на аплицирани ѓубрива, спореден со европскиот и источноазиjsкиот просек во последните години е прикажан на Таб. 11. Прикажани се и количествата карактеристични за Македонија (1991 година). На светско ниво во 1997 година се аплицирале околу 128 милиони тони. Трендот на користење вештачки ѓубрива во светот опаѓа од 1989 година наваму.

Таб. 11 Индикатори за интензитет на земјоделски активности (годишни просеци на аплицирани вештачки ѓубрива)

	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Вкупно (kg/ha)	Наводнувани површини (%)
Европа	89,7	32,2	36,5	158,4	12,5
Источна Азија	130,7	51,1	83,2	265,0	38,7
Македонија (1991)				179,0	
Свет	53,2	21,0	15,5	89,7	17,5

Најголеми количества ѓубрива на светско ниво се употребуваат за зрнести култури (55%), 12% за маслени култури, 11% за пасишта и сено (ливади), околу 6% за култури со кореништа и грутки (компири) и околу 5% за овошки и зеленчук.

По култури, највеќе минерални ѓубрива се употребуваат за одгледување банани (479 kg/ha), потоа далеку под тоа количество следува шеќерната трска (254 kg/ha), цитруси (252 kg/ha), компир (243 kg/ha), зеленчуци (242 kg/ha) и палмово масло (242 kg/ha). Од зрнените култури пченката е најнаѓубривана (136 kg/ha), а оризот и пченицата 116 и 112 kg/ha соодветно.

Недоволно нагубрување на почвата на долг рок со органски или неоргански (вештачки) губрива доведува до трошење на минералните материи и испоснување на почвата, односно намалување на нејзината плодност. За разлика од тоа, преголеми количества аплицирани губрива или погрешно аплицирање (погрешно време) предизвикува површински истек на минерали и/или плакнење, а поради тоа загадување на почвите или водите. Најочигледни последици се еутрофикацијата и штети на водните организми.

Одредување на количествата губрива што треба да се аплицираат не може да се изврши само врз основа на следење на просечните аплицирани количества и потребите на културите. Позначајно е да се знае балансот во текот на времето на нето внесот на минерални материи и изнесот преку жетва, ерозија, плакнење на почвата итн.

Пестициди

Една од најзначајните цели во подобрувањето на земјоделското производство претставува ограничување на загубите предизвикани од штетниците и болестите, како и од конкуренцијата со плевелите. Од средината на минатиот век заштитата на посевите сè повеќе се потпира на употребата на пестициди (инсектициди, нематоциди, фунгициди и хербициди).

Глобалните проценки покажуваат дека моменталните загуби на пченица од 33% поради штетници, болести и плевели можат да нараснат на 52% без користење на механизми за контрола. Загубите на пченка исто така можат да пораснат за 20% (од 39% на 60%), додека на ориз од 52% на 83%. Очигледно, престанок на употреба на пестициди би предизвикал несогледливи последици во однос на продукцијата на земјоделските култури и цените на пазарите на тие култури. Податоците покажуваат дека употребата на пестициди на светско ново расте (Таб. 12) што значи дека земјоделците сметаат дека користењето на пестициди е ефикасно во однос на нивната цена и постигнатите резултати од гледна точка на продукција. Алтернативни средства, особено механички начини - работа, би биле поскапи со оглед на цената на трудот.

Во Македонија употребата на пестициди во последните 15-тина години според статистички податоци опаѓа. Тоа е спротивно на светскиот тренд. Ова се должи пред сè на намалувањето на производството (распаѓање на големите државни земјоделско-индустриски комбинати), поинаков однос на индивидуалните земјоделци кон употребата на пестициди (избегнување на непотребен трошок), растечката сиромаштијата, но исто така и поради неефикасната контрола на увозот на пестициди и неефикасното евидентирање на аплицираните количества (шверц, црн пазар). Најмалку се должи на порасната свест за штетноста на пестицидите и на научниот приод во нивното аплицирање).

Таб. 12 Светска потрошувачка на пестициди

	Вредност по хектар (\$/ha)	Стапка на пораст 1993-98 (% за година)	Учество на одделни пестициди (%) во 1992 година			
			Херби- циди	Инсекти- циди	Фунги- циди	Други
Европа	102	4,6	43	18	30	9
Источна Азија	14	4,4	38	39	18	5
Македонија		намалување	34	17	45	4
Свет	23	4,4	45	29	19	6

Покрај зголемената продукција, употребата на пестицидите има и друга социјано-економска димензија - нарушување на здравјето на човекот и квалитетот на животната средина. Оттука се повеќе се поставува прашањето за научната оправданост на употребата на пестицидите. Основен проблем претставува токсичното дејство на пестицидите врз организмите што не се цел на аплицирањето пестициди. Такви се почвените микроорганизми, инсектите (пр. пчели), растенијата, рибите, разни видови цицачи и птици. Тие не само што можат да бидат корисни во различни економски активности на човекот, туку имаат и вредност од аспект на биодиверзитетот, вреднуван од човекот поради неговите рекреациони, културни, етички или други значења.

Во последно време се исфрлаат од употреба пестицидите со широк спектар на дејство, а се воведуваат строго специфични со мал обем на целни видови “штетници”. Поради тоа, но и поради способноста на “штетниците”, а особено инсектите, постојано да се “адаптираат”, односно да развиваат отпорност на пестицидите, динамиката на воведување на нови активни материи во пестицидите сè повеќе расте. Се смета дека на светско ниво околу 1000 видови главни “штетници” (инсекти, крлежи, растенија и семиња) се потполно отпорни на пестициди. Се проценува дека во Америка загубата на посевите од “штетници” од 1940 година до 1990 година пораснала од 30% на 37% и покрај тоа што количеството на аплицирани пестициди и нивната токсичност пораснале за 10 пати.

Пестицидите не се единствениот можен начина за борба против “штетниците” (иако се најевтин - за сега). Така на пример, при употребата на техники за Интегрирано управување со штетници (IPM - Integrated Pest Management) се применува еколошката наука за овозможување на биолошка борба (супресија) што ги држи популацијите на штетниците под нивото на кое предизвикуваат штети. Овие техники сè повеќе наоѓаат примена (особено во Кина, Виетнам итн. за оризишта) и обезбедуваат во одделни случаи дури и поефикасна контрола на “штетниците” од пестицидите, а се поефтини.

Наводнување (иригација)

Достапноста на вода е растечки ограничувачки фактор за зголемување на продукцијата на храна во многу од светските агроекосистеми. Земјоделството претставува еден од најголемите потрошувачи на водата што ја користи човекот иако враќа најголем дел од употребената вода во атмосферата преку евапорација или транспирација преку растенијата (Таб. 13). Поради тоа, земјоделството може темелно да влијае на хидролошкиот циклус на сливното подрачје во кое тоа се практикува, следствено и на количеството и динамиката (времето) на достапните водни ресурси. Покрај тоа, земјоделството сè повеќе влијае на квалитетот на достапната вода (од суспендирани материи во површинските води преку ерозија, па сè до загадување преку плакнење на пестциди, минерални ѓубрива, органски ѓубрива, како и салинизација). Овие квантитативни и квалитативни влијанија при употребата на вода во земјоделството директно влијаат на водните екосистеми предизвикувајќи различни негативни последици.

Значи, односот помеѓу агроекосистемите и добрата поврзани со водата се проценуваат на два начина:

- водата како примарен внес во продукцијата на храната и другите земјоделски производи, и
- потенцијалното влијание на водата врз квантитетот и квалитетот на водите.

На глобално ниво, од дождовите како единствен извор на вода, зависи 95% од земјоделскиот земјиште, или 83% од полјоделското (ниви, лозја и овоштарници). Во тој случај, интеракцијата на врнежите и евапотранспирацијата, со посредство на растенијата и почвата (главно физичките карактеристики) ја одредуваат достапноста на вода и растителната продукција. Во голем број случаи тој однос е лимитирачки фактор за зголемување на продукцијата (во тропските предели тоа не е случај, слично како и во влажните студени предели, но таму температурата е ограничувачки фактор).

Поголем број агроекосистеми зависат од дополнителни количества вода за зголемена продукција, а некои зависат од додатна вода (наводнување) за било каква продукција (сушни подрачја).

Колкаво е значењето на наводнувањето за земјоделската продукција зборува фактот што од само 17% наводнувани полиња (264 милиони хектари) се добива помеѓу 30 и 40% од приносите во светот. Во тие рамки се вклучени и две третини од светското производство на ориз и пченица. Во последните 20 години наводнуваните површини во светот постепено растат за околу 1,5-2,0% годишно.

Постојат различни начини на наводнување со различни размери, но сите имаат иста цел - да се компензира недостатокот на вода од врнежите преку доведување на

доволни количества вода до кореновата зона за потребите на посевите, а понекогаш и за спречување на акумулација на растворени соли.

Потребите на посевите се големи (Таб. 13).

Таб. 13 Потребите на некои посеви од вода

Вид	Потребите од вода (kg) за 1 kg принос
Компир	500
Пченица	900
Пченка	1400
Ориз	2000
Тропи (шеќерна трска)	уште повеќе

Огромната работа на фотосинтезата може да се илустрира со пресметката за фотосинтетската работа на насад со пченка. За продукција на 8 t ha^{-1} зрно потребно е насадот од еден хектар:

- да усвои во процесот на фотосинтеза $35\text{-}40 \text{ t CO}_2$;
- да подвргне на хемиско разложување $28\text{-}32 \text{ t}$ вода;
- да оддели од составот на своите молекули во воздухот $25\text{-}30 \text{ t O}_2$;
- да насочи од молекулот на водата за редукција на CO_2 , а делумно и на N-от од NO_3^- и S-от од SO_4^{2-} , како и ред други оксиди, околу $3\text{-}4 \text{ t}$ атоми H;
- да апсорбира од почвениот раствор и вклучи во состав на формираната органска материја не помалку од:
 - $150\text{-}200 \text{ kg N}$,
 - по $50\text{-}60 \text{ kg P}$ и S,
 - $700\text{-}1500 \text{ kg}$ други елементи на минералната исхрана;
- да пренесе низ телата на растенијата не помалку од $4500\text{-}5000 \text{ t}$ вода во процесот на транспирација.

Во 1995 година од вкупните достапни резерви вода за користење ($9.000\text{-}12.500 \text{ km}^3$) во светот се зафатиле помеѓу 3.500 и 3.700 km^3 . Од тоа 70% вода е употребена за наводнување. (Богатите земји имаат помалку потреба од вода за наводнување - хумидни и субхумидни подрачја, додека сиромашните, како за инает, имаат многу поголеми потреби.)

Ефикасност на наводнувањето. Најголемиот број од системите за наводнување ја искористуваат водата неефикасно, главно заради недоволната посветеност на земјоделците да ја третираат водата како редок ресурс.

Ефикасноста обично се дефинира како однос на вистински искористената вода од растенијата (истранспирираното количество) и вкупната аплицирана вода за наводнување. Загубите при наводнувањето се јавуваат со евапорација од каналите за наводнување, преку евапорација од почвата или со почвена перколација десцендентно, под кореновата зона. Ефикасноста на наводнувањето во светот значително варира, но просечно изнесува околу 40%. Сепак, на ниво на сливно подрачје, ефикасноста може да биде погрешно проценета, бидејќи делот од водата што се губи во подпочвената вода може да се врати на ниво на површинската вода во значителен дел на друго место.

Салинизација и пренаводнетост (заситување со вода). Салинизацијата и презаситувањето се две негативни последици од наводнувањето по животната средина. Салинизацијата настанува како резултат на депозицијата на соли по евапорацијата на водата од горните почвени слоеви. Наводнувањето предизвикува т.н. секундарна салинизација, т.е. ја зголемува природната евапорација (евапорацијата е повисока во сувите подрачја каде наводнувањето е всушност најпотребно). Тоа предизвикува намалување на приносите бидејќи повеќето културни растенија не се адаптирани на зголемени концентрации на соли во почвата.

Презаситеноста на почвата со вода настанува главно во хумидни подрачја и подрачја каде што се пренаводнува (се аплицираат прекумерни количества вода) така што нивото на подземната вода расте. Презаситеноста со вода често е прекурсор на салинизација.

Презаситувањето со вода и салинизацијата најчесто настануваат заради лошо спроведено наводнување и несоодветно дренирање на површините. Во светски рамки салинизацијата е одговорна за оштетување на околу 45 милиони хектари почва што претставува околу 20% од вкупното наводнувано земјиште. Просечно на светско ниво тоа претставува нешто помалку од еден процент загуба на земјиште и принос. Тој процент е далеку поголем во сувите подрачја.

Дополнителна енергија

Во современата земјоделска пракса е значајно што во агроекосистемите се внесува сè поголемо количество енергија од надвор (енергија што служи не директно во зголемување на капацитетот на фотосинтезата - искористувањето на сончевата енергија, туку за подобрување на својствата на почвата или посевите). Главниот дел од енергијата што се внесува од надвор претставува човечка работна сила и машинерија (трактори, комбајни и други машини).

Мерката за внесениот труд се дефинира како земјоделски труд на хектар посев. Во светски рамки просекот изнесува 0,85 луѓе на хектар површина (pph - person per hectar), но значително варира по региони заради достапност на работна сила, продукционата структура, достапната технологија итн. Така, во богатите земји и земјите со големи земјоделски површини (со екстензивно сточарство), просечниот интензитет на внесе на труд за сите агроекосистеми (вклучувајќи и сточарски фарми) изнесува

0,01 prh (САД) и 0,02 prh (Австралија). Обратно во регионите со интензивно земјоделство внесот на труд изнесува околу 3,6 prh (Источна Азија).

Трактори. Употребата на трактори, како најчести машини во земјоделството, претставува еден од индикаторите за внесот на надворешна енергија. Според бројот на трактори може да се суди за природата на системите за продукција (земјоделските системи). Мерката за употреба на тракторите е дефинирана како **хектари земјиште на еден трактор**. Светскиот просек изнесува 57 хектари на трактор. Во Европа таа бројка изнесува 14, а во Северна Америка 41. За разлика од тоа, во посиромашните земји и земјите каде што работната рака е ефтина и земјишните поседи се помали, на еден трактор паѓа и по 232 хектари (југоисточна Азија). Во овие проценки не е земен внесот на енергија од животинско потекло (орање со плуг на пример).

Земјоделство и биодиверзитет (диверзитет на биоценозите и генетски диверзитет)

Биодиверзитетот (во овој контекст диверзитетот на дивите видови организми заедно со стаништата во кои се развиваат) ги обезбедува суровините, односно комбинацијата гени (генетските фондови) од кои се селектираат сорти растенија и раси животни на кои земјоделството почива. Илјадници различни и генетски уникатни сорти и раси своето постоење го должат на три милијарди годишната природна биолошка еволуција и внимателното селектирање и гаење од нашите земјоделски (полјоделци и фармери) претци во текот на последните 12.000 години земјоделска активност.

Без разлика дали се користат во традиционалните фармерски системи, конвенционалните или модерните одгледувачки практики или генетски инженеринг, генетските ресурси растенија и животни претставуваат глобална придобивка од непроценливо значење за човештвото. Со ерозијата (деградација) на генетскиот диверзитет (во рамките на глобалната загуба на биодиверзитетот), нашиот капацитет да ја одржуваме и унапредуваме полјоделската, шумската и сточарската продуктивност се намалува паралелно со способноста да се одговори на променливите услови (услови што се менуваат). Генетските ресурси претставуваат клуч за зголемување на сигурноста во производството на храна и подобрувањето на состојбата на луѓето. (Во понатамошниот текст - сточарство = фармерство).

СТОЧАРСТВО И АГРОЕКОСИСТЕМИ

Основна улога на сточарството е да обезбеди протеинска храна - месо и млечни производи за луѓето. Традиционално, сточарството имало и една дополнителна улога - обезбедување влечна сила (за потреби во земјоделството, но и во секојдневниот живот) што претставува дополнителна енергија што не се добива со употреба на горива. Денеска, во најголемиот дел од светот таа улога сточарството ја изгубило.

Потребите за месо и млечни производи постојано се зголемуваат заради континуираниот раст на човековата популација. Денешните потреби за месо можат да се согледаат од податоците во Таб. 8. За да ги обезбеди тие потреби, сточарското производство претрпело големи промени во последниот век.

Главните промени се должат на специјализацијата во земјоделското производство, со цел поефикасно стопанисување и зголемување на приносите. Тоа се постигнува преку поедноставување на руралниот предел, зголемување на површините на полињата и воведување монокултури (+ зголемување на внесот - минерални ѓубрива, пестициди и енергија). Ова подразбира и одделување на сточарските фарми од полјоделските, што значи напуштање на мешаните фарми. На тој начин настануваат големи нарушување на кружењето на материи во еднотипните фарми во споредба со традиционалните агроекосистеми (мешани фарми). Згора на тоа, недостатокот на органско ѓубриво се заменува со зголемена употреба на минерални ѓубрива, а од друга страна во сточарските фарми создаденото органско ѓубре претставува вишок кој треба да се отстрани (депонира или?).

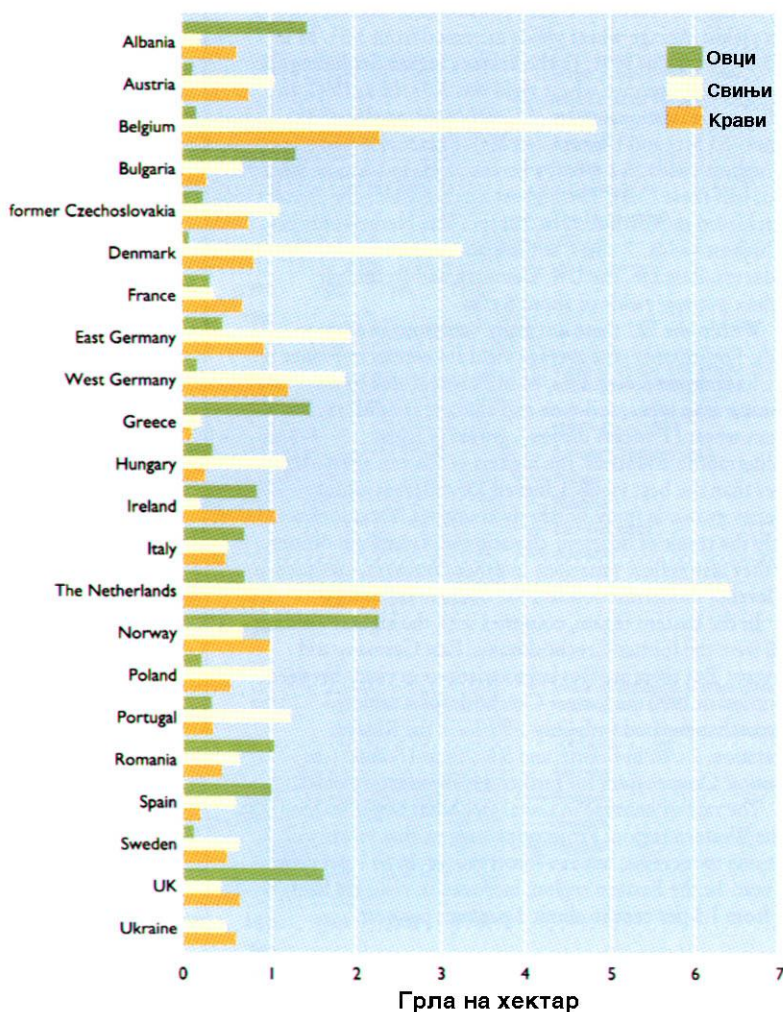
Оттука, големите специјализирани сточарски фарми (особено свињарските и живинарските) се многу послични со урбаните системи (во смисла на материјално-енергетскиот промет) одошто со агроекосистемите. Свињарските и живинарските фарми се потенцирани заради специфичноста на нивното влијание врз животната средина (свињарството троши најмногу житарици од сите гранки, а живинарството најмногу загадува со фосфор). Покрај нарушувањата во кружењето на материи, современото сточарство се карактеризира со постојана загуба на традиционалните раси животни и нивна замена со нови, помалубројни, но попродуктивни. Тоа доведува до постојана загуба на генетскиот диверзитет, односно биодиверзитетот во целина. (Се губат значајни генетски конституции кои се подобро адаптирани на условите на средината во регионот во кој настанале, а се губи и можноста за селектирање на нови сорти од нив)

Зголемените потреби за месо и млеко доведуваат до зголемување на популацијата на домашните животни. Светската популација на руминантен добиток вклучува околу 1.225 милиони грла говеда, 227 милиони млечен добиток, 148 милиони биволи, како и 1.708 милиони грла овци и кози. Најмногу говеда има во Јужна и Средна Америка (26%), додека Азија има 96% од биволите. Азија има исто така

најмногу овци (околу 30%). Во 1993 година во светот имало околу 13 милијарди пилиња (35% во развиените земји и 65% во земјите во развој).

Во текот на последните 30-тина години добиточното прозивводство се зголемило за околу три пати (што е несоодветно на производството на растителна храна, вклучувајќи и сточна, кое се зголемило за два пати). Потребите за месо (особено свинско и живина и млеко) значително нараснале особено во земјите во развој. Сето тоа предизвикало т.н. “Сточна револуција”, што е обратно од зелената револуција - потреба за растителна храна. Во периодот помеѓу 1982 и 1994 година потребите за месо растеле со околу 2,9% годишно, но само 1% во развиените земји и 5,4% во неразвиените (за свинско 6,2%, за живина 7,6% и за млеко 3,1%).

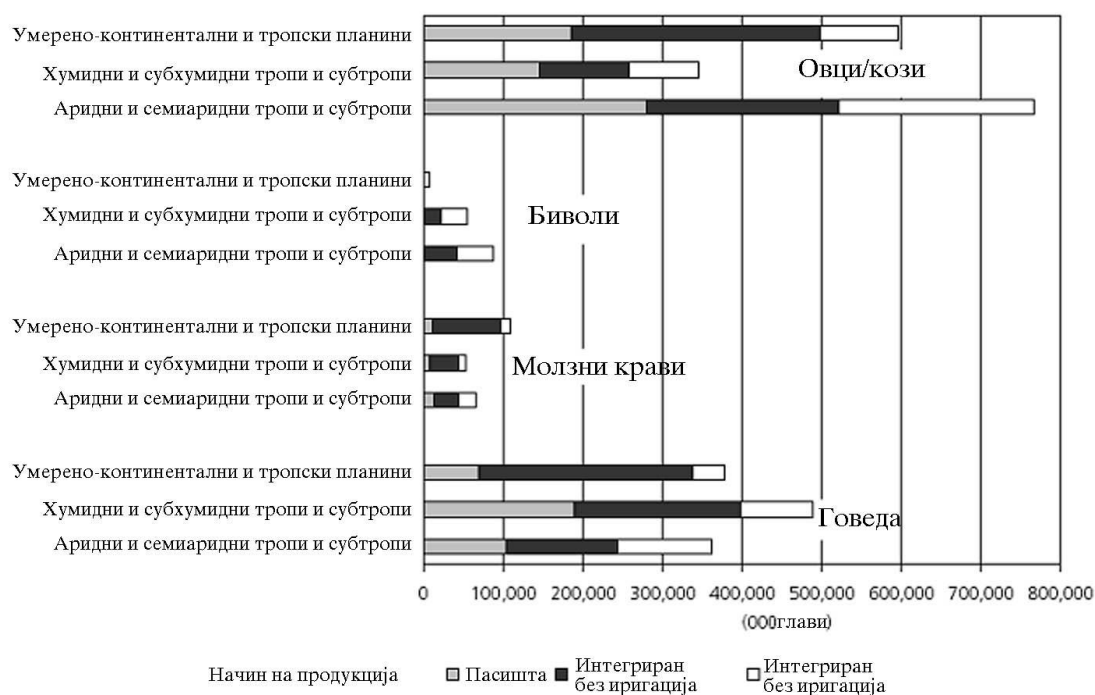
Во развиените земји постои и друга тенденција - зголемување на бројот на грла добиток на мали површини (Сл. 45). Тука особено се истакнуваат Холандија, Белгија и Данска.



Сл. 45 Добиточен интензитет во Европа (1990 година) - просечен број грла овци, свињи и говеда на хектар површина

Зголемените потреби неметнуваат интензивно индустриско производство што не вклучува земја (земјоделско земјиште - пасишта и обработлива површина) наспроти традиционалните практики пред тоа. Потребите за современи технологии наметнуваат и изградба на големи фарми до урбаните центри (потреба од работна рака). Ваквата практика ги зголемува ризиците по животната средина и влијанијата на здравјето на луѓето, но исто така претставува и директните закани по здравјето. Особено во земјите во развој се зголемуваат ризиците од појава на болести од животинско потекло - птичји грип, салмонела и други микробни болести, како и последици од акумулација на пестициди и антибиотици во синџирот на исхрана на домашните животни преку современата производна практика.

Распоредот на добиток во светот не е подеднаков и не зависи само од потребите на луѓето, туку и од можностите за производство на храна за добитокот (или од можностите за увоз на таква храна, на пример, Холандија увезува скоро 1/2 од светските резерви на добиточна храна за свињи). Дистрибуцијата на добиток по агроклиматски региони во светот е претставена на Сл. 46. Голема разлика постои во потенцијалот за производство на жита (зрнеста храна) и сено (фураж) во влажните региони и наводнуваните подрачја во однос на сувите региони, како и разлика во типот на добиток што се одгледува во одделните агроклиматски региони.



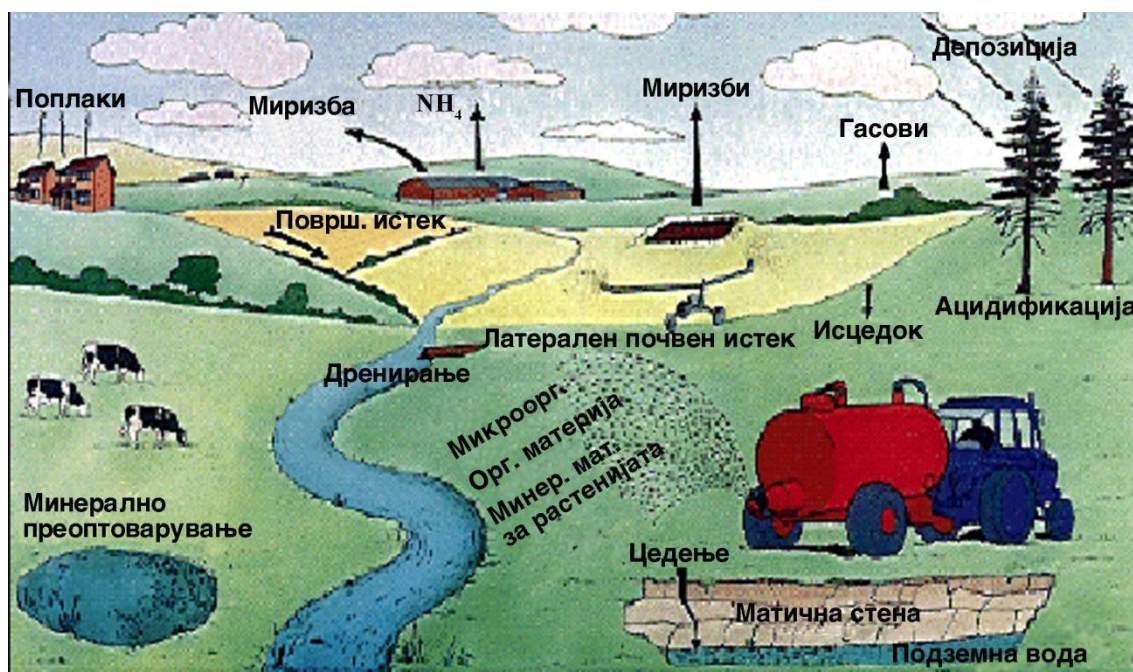
Сл. 46 Дистрибуција на руминантен добиток (преживари) според продукциони системи (пасишта, влажни подрачја и наводнувани подрачја) и агроклиматски региони (просек од 1992-1994 година)

Од друга страна, зголемената потреба за месо предизвикува додатна потреба за житарици (особено пченка), маслодајна репка и други продукти. Со оглед на тоа, некои анализи покажуваат дека до 2020 година цената на пченката ќе порасте за 20% па сè до достигнување на цената од почетокот на 80-тите години.

Една третина од светското производство на житарици (зрнеста храна) се користи како храна за добитокот во сточарството.

Сточната револуција има особено значење за жителите на сиромашните земји (не само подобрување на исхраната - протеини и минерали) туку и од аспект на обезбедување приход за жителите без земја, обезбедување ѓубрива, сточна сила итн.

Покрај наведените проблеми што ги создава интензивното индустриско сточарство во однос на животната средина и здравјето на луѓето, ваквиот начин на одгледување домашни животни предизвикува значителна ерозија на генетичкиот материјал (губење на разновидноста на домашните раси животни) и нарушувања во циклусите на елементите, особено P и N.



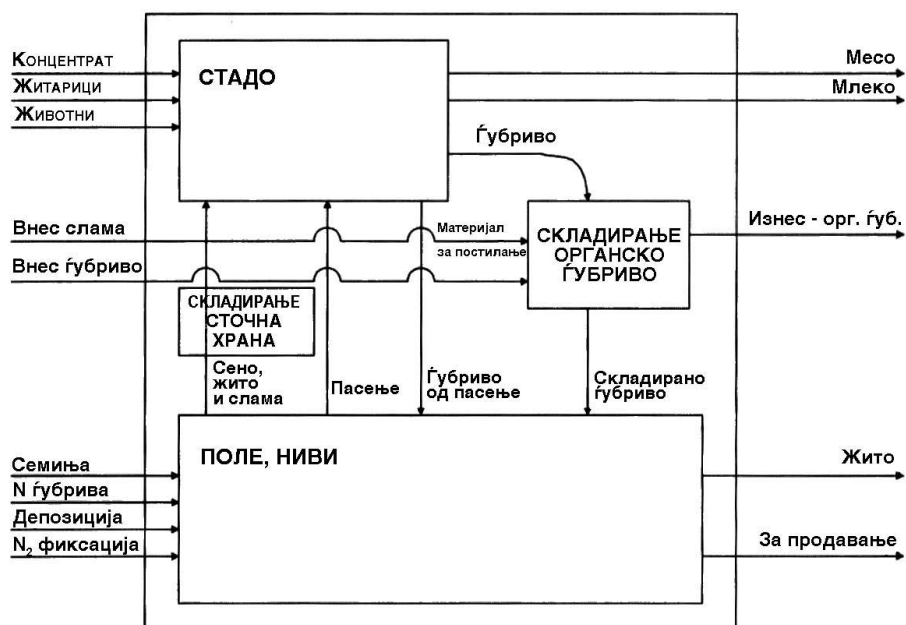
Сл. 47 Влијание на интензивното сточарство врз животната средина

Нарушувањето во кружењето на материја произлегува од фактот што се троши огромно количество материја на мал простор (внес од надвор), а се оневозможуваат природните процеси на разградување на мртвата органска материја (екскременти, слама, остатоци од храната итн.). Произведената органска материја претставува сериозна закана за животната средина. Определувањето на нарушувањето на циклусите е сложено и опфаќа различни резервни фондови и протоци.

Влијанијата на интензивното сточарство, односно фармите за интензивно сточарство врз животната средина се шематски прикажани на Сл. 47.

Продукцијата на гасовит азот е многу голема (на пример, депозицијата на азот во Холандија е над $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ годишно). Сето тоа предизвикува еутрофикација на водните и терестричните екосистеми. Главните резервни фондови и протоците во кружењето на азот во фарма за интензивно сточарство се прикажани на Сл. 48.

(Пример за Холандија - бројот на грла добиток кој може фармерот да го одгледува се одредува според површината земја која би го примила органското ѓубре добиено од тој добиток.)



Сл. 48 Протоци на материја на ниво на сточарска фарма (N и P): фондови - правоаголници; протоци - стрелки

ЗЕМЈОДЕЛСТВО И БИОДИВЕРЗИТЕТ

(диверзитет на биоценозите и генетски диверзитет)

Пред култивирањето (селектирањето) на домашните сорти и раси растенија и животни што се употребуваат во земјоделството, луѓето ги задоволувале потребите за исхрана, како и другите секојдневни потреби, со лов и собирање од природните екосистеми. Тоа значи со директно користење на биодиверзитетот. Оттогаш наваму, човекот сè повеќе ги задоволува тие потреби преку земјоделството, и тоа на земјиште претходно населено од природни екосистеми (шуми, тревести, грмушести и други). Глобалната експанзија на земјоделството заради задоволување на растечките потреби на зголеменото население и интензификација на продукционите системи имале силно, сеопфатно, главно негативно влијание на природниот биодиверзитет и агробиодиверзитетот.

Постојат три клучни, меѓу себе поврзани, фактори што ги детерминираат заканите од земјоделството врз биодиверзитетот: растот на населението, промени во земјоделската продукција и промени во земјоделските практики. Можат да се издвојат четири главни начини на кои земјоделството го манифестира негативното дејство врз биодиверзитетот:

- значајна конверзија на земјиштето во агроекосистеми проследено со загуба на станишта;
- составот и просторната структура на земјоделските предели значително ја намалува вредноста на пределот во однос на стаништата;
- загуба на диви видови како директна последица на внесот во земјоделството (на пример токсичен ефект на некои пестициди врз птиците);
- општа загуба на диверзитетот на одгледуваните видови во агро-екосистемите.

Колкава е загубата на природните станишта заради нивна конверзија во агроекосистеми може да се согледа од прегледот на Таб. 14. Загубата на станишта пак, неминовно доведува до загуби во биодиверзитетот на видово ниво.

Треба да се има предвид дека биодиверзитетот (во овој контекст диверзитетот на дивите видови организми заедно со стаништата во кои се развиваат) ги обезбедува суровините, односно комбинацијата гени (генетските фондови) од кои се селектираат сорти растенија и раси животни на кои земјоделството почива. Илјадници различни и генетски уникатни сорти и раси своето постоење го должат на три милијарди годишната природна биолошка еволуција, како и внимателното селектирање и гаење од нашите земјоделски (полјоделци и фармери) претци во текот на последните 12.000 години земјоделска активност.

Таб. 14 Учество на агроекосистемите во некои поглавни типови станишта

Тип станиште	Дел зафатен со земјоделство (%)
Тропски и субтропски суви и монсунски широколисни шуми	43,4
Тропски и субтропски тревести станишта, савани и шибјаци	17,9
Тропски и субтропски влажни широколисни шуми	19,2
Умереноклиматски широколисни и мешани шуми	45,8

Умереноклиматски иглолисни шуми	16,4
Умереноклиматски степи, савани и шибјаци	34,2
Поплавни тревести станишта и савани	20,2
Пустини и ксеротермни грмушки	30,2
Медитерански шибјаци	4,5
Тајга	7,2
Тундра	0,9
Мангрови	26,8
Ледници и карпи	0,3

Без разлика дали се користат во традиционалните фармерски системи, конвенционалните или модерните одгледувачки практики или генетски инженеринг, генетските ресурси растенија и животни претставуваат глобална придобивка од непроценливо значење за човештвото. Со ерозијата (деградација) на генетскиот диверзитет (во рамките на глобалната загуба на биодиверзитетот), нашиот капацитет да ја одржуваме и унапредуваме полјоделската, шумската и сточарската продуктивност се намалува паралелно со способноста да се одговори на променливите услови (услови што се менуваат глобално, на пример климатски промени). Генетските ресурси претставуваат клуч за зголемување на сигурноста во производството на храна и подобрувањето на состојбата на луѓето.

(Во понатамошниот текст - сточарство = фармерство).

Дел од загубите на биодиверзитетот предизвикани од земјоделството му штетат на самото земјоделство. Тоа се изразува преку влијание врз надземните и подземните биолошки системи коишто играат критична улога во опрашувањето, контрола на “штетници”, разградување на органски остатоци и отпад, кружење на материите значајни за раст на растенијата итн.

Од друга страна агроекосистемите, и воопшто земјоделското земјиште, во денешно време играат значајна улога во заштитата на биодиверзитетот бидејќи во најголем број случаи природните екосистеми не можат да обезбедат опстанок (намалени површини, фрагментирани станишта итн.) на бројни диви видови (примерот со мршојадците и нивната поврзаност со екстензивното земјоделство е најочигледен).

Биодиверзитетот во контекст на земјоделството опфаќа два значајни дела:

- Природен биодиверзитет (биодиверзитет во потесна смисла) или диверзитет на:
 - диви видови (асоцирани за земјоделските станишта или делумно или целосно зависни од нив - како што се рудералните и плевелните видови и заедници),
 - станишта (земјоделски станишта - фарми, полиња, ниви, лозја, овоштарници, меѓи, патишта, дворови итн.) и
 - екосистеми (самите агроекосистеми, полуприродни екосистеми, фрагментарни екосистеми во рамките на земјоделските површини, меѓи делови од природните екосистеми).
- Агробiodиверзитет или диверзитет на:
 - видови, сорти, раси, генетички модифицирани конституции, како и
 - земјоделски станишта и агроекосистеми.

Што занчи “природен” биодиверзитет во контекст на земјоделството?

Културите, добитокот, како и овоштарниците и лозјата обично покриваат само дел од земјоделскиот предел, дури и во системите за интензивно земјоделство. Теоретски, голем дел од останатото земјиште може да служи како станишта на кои се развиваат диви видови. Но, елементите на структурата на пределот силно влијаат на неговата одржливост како станиште. Такви елементи се:

- петнест распоред и големина на природните простори (условено од фрагментацијата предизвикана од типот на искористување на земјиштето) или присуство на пречки за слободно движење на видови (патишта, канали за наводнување) кои влијаат негативно, или пак
- присуство на заклони (прибежишта) и пуферни зони околу обработливото земјиште, како и присуство на “коридори” што ги поврзуваат петната на природни станишта (на пример вегетацијата околу речните токови) - со позитивно влијание.

Особено влијание врз потенцијалот за поддржување на биодиверзитетот во земјоделскиот предел е присуство и распоред на дрвја во земјоделските подрачја, фрагментација, типовите на земјоделски практики итн. Зависноста на биодиверзитетот (прикажано преку диверзитет на видови) од типот на земјоделска практика (производствен или продукционен систем) е шематски прикажано на Сл. 49. Колку поразновидни земјоделски практики, потрадиционални и поекстензивни, толку повисок диверзитет на видови во таквите подрачја (предели). Обратно, колку поинтензивно производство, монокултури, еднообразни практики, толку понизок потенцијал за поддржување на биодиверзитетот, односно помал диверзитет на видови.



Сл. 49 Класификација на производствените системи во земјоделството во однос на биодиверзитетот

(Под “мозаично” земјоделство/фармерство се подразбира кога помеѓу основните култури се садат дрвај во редови во различни насоки - основна придобивка е: борба против салинизација, спречување ерозија, редистрибуција на минералните материи погоре во профилот)



Сл. 50 “Мозаично” земјоделство (*Alley farming*)

(Забележи: Не се зборува за агроекосистеми туку за земјоделски предели; агроекосистеми сами по себе се строго и јасно ограничени и помалку или повеќе еднообразни така што не се значајни за биодиверзитетот. Напротив, земјоделскиот предел обезбедува диверзитет бидејќи во него се вклучени елементи како агроекосистеми, природни станишта, коридори итн. Затоа Европа, како најстар континент, а со тоа и најдеградиран - во смисла на конверзија и фрагментација на природните станишта - го согледала значењето на зачувувањето на пределот, особено традиционалниот, како единствена можност за зачувување на биодиверзитетот воопшто. Од тука произлегува спецификата на Европа во однос на другите континенти и различниот приод во заштита на биодиверзитетот изразен преку **Европската конвенција за пределот**. Покрај тоа, европската стратегија за зачувување на биолошката разновидност се вика: **Паневропска стратегија за биолошка и пределска разновидност** - PEBLDS, наспроти вообичаеното: “стратегија за биолошка разновидност”).

За разлика од “природниот” биодиверзитет, причините за загуба на агробиодиверзитетот се сосема поинакви. Основен фактор што придонесува за загуба на илјадници сорти и раси растенија и домашни животни во светот (и кај нас) претставува воведувањето на нови попродуктивни сорти и раси. Тука главна движечка сила е економската логика. Сепак, таа загуба има бројни негативни страни. Старите сорти и раси се автохтони за дадено подрачје (селектирани се во дадено подрачје) што значи целосно адаптирани на соодветните еколошки услови. Затоа не им треба заштата од штетници и други агротехнички мерки во толкава мера како на новите, увезени (алохтони) сорти и раси. Новите сорти и раси се селектирани од стари автохтони претходници, така што со нивна загуба (старите) се губат и генетските потенцијали и

можноста за повторни селектирања (неопходност од аспект на променливоста на производствените практики и глобалните еколошки услови).

Зачувувањето на видовите, сортите и расите денеска се врши со нивно складирање и чување во ген-банки (семенски збирки, сперм-банки и други посоефицирани начини).

Значењето на биодиверзитетот, особено агробиодиверзитетот, во денешно време сè повеќе се истакнува и тоа не само заради конзервациски причини. Потребите од зачувување на агробиодиверзитетот (заедно со тоа и традиционалните земјоделски практики) се од огромна важност за новиот концепт во земјоделството - одржливото земјоделство (сè повеќе под овој концепт се подразбира т.н. органско земјоделство - види погоре!).

Деградиција на пределот и биодиверзитетот (вклучително и стаништата)

Земјоделството игра значајна улога во обликувањето на пределот. Многу природни предели го промениле изгледот и функциите со текот на долгата историја на земјоделски активности. Во рамките на тие промени најзначајни се загубите на влажни станишта и тресетишта, како и отстранување меѓните дрвја и вегетација заради интензификација на полјоделството. Покрај земјоделството, руралниот предел е под силно влијание на шумарските активности (сечење на шумите), туризмот и рекреацијата, преку развој на инфраструктура, како што се патишта, урбанизација и индустриски развој. Сите спомнати активности доведуваат до загуба на биодиверзитетот, но земјоделството има најзначајна улога.

Загубата на природни станишта комбинирани со зголемените нивоа на токсични резидуи на пестициди во животната средина има одиграно значајно влијание врз биодиверзитетот. Ефектот на пестицидите се одразува на таканаречени видови кои не се цел на апликацијата на пестициди.

Акватичниот биодиверзитет е под силно волијание на земјоделските активности не само заради загадувањето и еутрофикацијата, туку и заради канализацијата на водните текови поради дренирање и иригација.

Загубата на визуелните вредности на пределот заради интензивирање на земјоделските активности е исто така значајна карактеристика.

Подолу е даден кус преглед на главните влијанија на различните агротехнички мерки и земјоделски практики врз пределите и биодиверзитетот (Таб. 15).

Таб. 15 Преглед на позначајните влијанија на земјоделските практики врз пределите и биодиверзитетот

Земјоделски практики		Влијанија врз биодиверзитетот и пределот
Специјализација и концентрација, интензификација	Зголемување на големината на полињата, отстранување на вегетацискиот покров	Загуба на меѓната вегетација - дрва, шумички, мали водотеци и езерца → намалување на разновидноста на пределот и редукција на видовиот диверзитет
	Интензивно одгледување добиток	Деградација на земјиштето доколку активноста не е соодветна на локалитетот
	Интензивни култури	Изградба на силоси → променет предел
	Интензивни култури	Зголемување на димензиите на полињата, возможната потреба од консолидација на земјиштето → променет предел
Ѓубрива	Животински (органички) ѓубрива (течни или цврсти)	Возможност од загуба на станишта, сиромашни со минерални материи
	Отпадни материи (тиња)	Директна контаминација на флората и фауната со микробни агенси и хемиски материи
Пестициди (инсектициди, хербициди, фунгициди)		Возможност од инциденти со труење на диви организми (што не се цел на пестицидите)
		Загуба на станишта и извори на храна за видови што не се цел на пестицидите
		Резистентност на некои организми, цел на пестицидите
Наводнување / зафаќање на вода		Салинизација / алкализација на почвата → загуба на видови, десертификација
		Користење на солени или бракични води за наводнување во топли климатски подрачја (висока евапорација) → зголемено таложење на соли и карбонати → возможна салинизација / алкализација
Дренирање		Возможна загуба на водни станишта и промени во флористичкиот состав во тревните екосистеми, влажни ливади и други станишта

Агроекологија - одржливо земјоделство - органско земјоделство

Како што беше потенцирано на почетокот, во современата земјоделска наука, агроекологијата се дефинира како одржливо земјоделство, односно се поистоветува со практиките на органското земјоделство. Општо е прифатено дека одржливото земјоделство ќе ги намали притисоците на животната средина (загадувањето и деградацијата на воздухот, водите, почвите и деградацијата и загубата на биодиверзитетот) заради одржливите практики што се применуваат во одгледување на културите и добитокот. Тоа вклучува разновидност на посевите и одржување на синџирите на исхрана во рамките на агроекосистемите (полјоделство и сточарство на една фарма), биолошка борба против “штетници”, употреба на автохтони сорти и раси отпорни на негативните влијанија на животната средина итн.

Основните принципи на агроекологијата се:

- Употреба на обновливи ресурси
- Минимизирање на токсични материи
- Зачувување на ресурсите
- Поддржување на еколошките односи
- Приспособување кон локалните услови
- Поддржување разновидност (диверзификација)
- Давање моќ на луѓето
- Управување на целиот систем
- Максимизирање на долгорочните користи
- Вреднување на здравјето (водење сметка)

Секој од овие принципи содржи одредени елементи кои треба да се спроведуваат со цел да се постигне одржливо земјоделско производство. Во понатамошниот текст е даден преглед на постапките од основните принципи.

1. Употреба на обновливи ресурси

- Употреба на обновливи извори на енергија наместо необновливи (фосилни горива)
- Користење биолошка фиксација на азот
- Употреба на природни материјали наместо синтетички
- Употреба на ресурси по потекло од самата фарма
- Рециклирање на минерални материи од самата фарма

2. Минимизирање на токсични материи

- Редуцирање или елиминирање на употребата на материјали кои можат да наштетат на животната средина или здравјето на земјоделците или потрошувачите
- Користење земјоделски практики што го редуцираат или елиминираат загадувањето на животната средина со нитрати, токсични гасови, или други

материали создадени со горење или пак преоптоварување на агроекосистемите со минерални материи

3. Зачувување на ресурсите

- Зачувување на почвите
 - Одржување на резервите органски и минерални материи
 - Минимизирање (сведување на минимум) на ерозијата
 - Користење на повеќегодишни растенија
 - Користење на методи без или со намален “набивање”(tillage)
 - “Компостирање” (мулчирање)
- Зачувување на водите
 - Суви фарми (култури што не бараат многу вода)
 - Употреба на ефикасни системи за наводнување
- Зачувување на енергија
 - Користење на енергетски ефикасни технологии
- Зачувување на генетските ресурси
 - Чување на семиња
 - Одржување на локални сорти и раси
 - Употреба на традиционални сорти
- Штедење (зачувување на капиталот)
 - Користење на минимум заем од банка
 - Намалување на трошоците

4. Поддржување на еколошките односи

- Повторно воспоставување на природните еколошки односи наместо да се врши нивно редуцирање и упростување
- Управување со “штетници”, болестите и плевели наместо нивно “контролирање”
- Користење на комбинирани посеви и “прекриени” посеви
- Интегрирање на сточарството
- Унапредување на корисните организми
 - Во почвата
 - микориза
 - *Rizobium*
 - слободни форми азотофиксатори
 - Корисни инсекти
 - Обезбедување рефугиуми за корисните инсекти
 - Унапредување на корисните популации преку одгледувачки програми и пуштање во природа
 - Рециклирање на хранливите (минералните) материи
 - Промена од линиско произведување на храната до рециклирање на истата
 - Враќање на остатоците од приносите и органските ѓубрива во почвата
 - Кога ќе биде неопходен надворешен внес, максимално користење преку нивно рециклирање
 - Минимизирање на нарушувањата
 - Користење на методи без или со намалена обработка - (“tillage”)
 - Примена на влажна слама како заштитна покривка (мулчирање)
 - Примена на повеќегодишни култури

5. Прилагодување кон локалните средини

- Прилагодување на посевите и практиките кон продуктивните потенцијали и физички ограничувања во пределот на фармата
- Адаптирање на организмите
 - Давање предност на адаптирањето на раститенијата и животните кон еколошките услови на фармата отколку изменување на фармата за потребите на посевите и добитокот

6. Поддржување разновидност (диверзификација)

- Предела
 - Одржување на ненарушените подрачја како пуферни зони
 - Примена на контурна и лентовидна обработка - плодород ("tillage")
 - Одржување на рипариски пуферни зони
 - Примена на ротациски напасување
- Организми
 - Комбинирани посеви
 - Ротирање на посевите
 - Мултикултури
 - Интеграција на добитокот во системот
 - Употреба на разновидни видови култури и добиток на фармите
 - Употреба на разновидни раси и сорти животни и култури на фармите
- Економија
 - Избегнување зависност од одделни приноси/продукти
 - Користење на алтернативни пазари
 - Пазари за "органски" производи
 - "Земјоделство поддржано од заедницата" (CSA)
 - Сопствен избор на маркетинг
 - Додадена вредност на земјоделските производи
 - Процесирање (индустриско) на храната пред изнесување на пазар
 - Изноаѓање на алтернативна заработувачка
 - Агротуризам
 - Избегнување на зависност од надворешни стимулативни мерки (пари)
 - Користење на разновидни култури заради обезбедување на разновидност во сезонското производство преку цела година

7. Давање моќ на луѓето

- Осигурување дека локалното население го контролира својот развоен процес
- Користење разновидно знаење
- Провирање на повеќестран трансфер на знаења, спротивен на "top-down" трансфер на знаења
 - Обучувајќи експерти и фармери за размена на знаење без омаловажување на човечките познавања.
- Учество во развој на антропоцентричноста
- Зголемување на учеството на фармерите
 - Поврзување на фармерите со потрошувачите
- Зајакнување на општините
 - Поттикнување на локалното партнерство помеѓу локалното население и развојните групи. Осигурување на еднаквост за понатамошните генерации.

- Загарантирана земјоделска работна сила
 - Осигурување поеднаква поделба на трудот
 - Изучување на принципите за агроекологија и одржливост
8. Управување на целиот систем
- Употреба на процеси за планирање кои потенцираат различни оценки на агроекосистемите.
 - Предела
 - Домаќинства
 - Фарми
 - Заедници
 - Биорегиони
 - Нации
 - Минимизирање на влијанијата на соседните екосистеми
9. Максимизирање на долгорочни бенефиции
- Максимизирање на интергенералните бенефиции, не само годишниот профит.
 - Максимизирање на животниот век и квалитетот на животот во руралните средини.
 - Подржување на генералниот трансфер
 - Употреба на долгорочни стратегии
 - Развој на планови кои може да се прилагодат и повторно да се проценат со тек на времето.
 - Вметнување на долгорочна одржливост во целокупниот дизајн и менаџмент на агроекосистемот
 - Обезбедување на почвена плодност во поголем временски период.
 - Обезбедување на почвена органска материја
 - Додадена вредност на земјоделските производи
10. Вреднување на здравјето
- Човеково здравје
 - Поволна состојба на културната средина
 - “Поволна состојба на животната средина”
 - Приоритет на вреднувањето на поволната состојба на екосистемите во споредба со резултатот од производството во однос на одредена сезона или култура.
 - Елиминиција на загадување на животната средина од токсични материи или вишок на минерални материи.
 - Здравје на добитокот
 - Здравје на растителните култури

5. ФИТОЦЕНОЛОГИЈА

Вовед во фитоценологијата

Фитоценологијата се смета за една од најмладите ботанички дисциплини, која до скоро време беше тесно поврзувана со фитогеографијата, бидејќи предметот на нејзините истражувања, како и методологијата на теренските истражувања во извесна мера се совпаѓаат. Но и покрај сето тоа постојат доста значајни разлики помеѓу овие две ботанички дисциплини.

Задача на фитоценологијата е да ги уврди границите на распространување (ареалот) на еден вид или на повисоките таксономски категории (родови, фамилии) на земјината површина, а потоа врз основа на сличностите и разликите кои постојат кај ареалите на видовите и повисоките таксономски категории да ја расчлени површината на нашата планета на фитогеографски области и да ја прикаже флората на нашата планета.

Фитоценологијата има за цел да ја сфати растителната заедница, која ја образуваат одделните растителни видови, како една целина, и да ја проучи од сите аспекти современата биологија – да ја запознае нејзината градба, нејзиното распространување, екологија, да ги утврди законитостите на нејзиниот развој и на крај заедно со сите други растителни заедници да ја групира во еден преоден вегетационски систем.

Од тоа јасно произлегува дека двете дисциплини имаат заеднички објект на истражување, а тоа е растителниот покров. Сепак разликата помеѓу нив е прилично голема, бидејќи фитогеографијата се занимава со проучување на ареалите на одделните видови, родови фамилии, фитоценологијата се занимава со проучување на растителните заедници кои го изградуваат растителниот покров, додека пак растителните видови при тоа се земаат само како поединични членови на таа заедница.

Голем број истражувачи од англоамериканското подрачје овие екологијата на растителните заедници и фитоценологијата во минатото ги поистоветувале, па денес во Америка науката за растителните заедници често се опфаќа под поимот екологија.

Поделба на фитоценологијата

Основен објект на фитоценологијата претставува растителната заедница. Главна цел на фитоценолошките истражувања е комплексно да се истражи една растителна заедница применувајќи го при тоа најсовремените методи. Денес, во рамките на оваа ботаничка дисциплина можат да се издвојат следните гранки:

1. Морфологија на заедниците – ја проучува градбата и структурата на заедницата
2. Синекологија – го проучува односот на растителната заедница со средината
3. Синдинамика – ги проучува законитостите на развојот, промените кои настануваат во заедниците и нивното изумирање

4. Синхорологија – го проучува распространувањето на заедниците и истовремено го одредува нивното значање за расчленувањето на растителниот покров
5. Синхронологија – го проучува минатото на заедниците, нивното појавување во минатото, промените кои настануваат во нив под влијание на историските фактори и др.

Од тоа јасно се гледа дека фитоценологијата опфаќа повеќе гранки, при што се спроведуваат истите истражувања како и при проучувањето на одделните видови, само што тука основен објект е растителната заедница. При тоа, тие се именувани со други термини за да се прави одредена разлика.

Растителна заедница (фитоценоза)

Под поимот растителни заедници (фитоценози) се подразбираат такви растителни групации, во кои растенијата се групирани на одреден начин. При тоа, групирањето не е случајно ами е закономерно и настанало во текот на еден долг историски процес на вземна борба и меѓусебно прилагодување на растенијата. Тие се сфатени како комплекси од меѓусебно адаптирани видови, кои имаат свој флористички состав, структура, физиономија и своја прилагоденост кон надворешните услови. Сепак, фитоценозите се само една компонента од биоценозата и нивното издвојување како посебна реалност надвор од биоценозата може да има само методолошко оправдување.

Терминот фитоценоза во општата употреба не претставува некој посебен таксономски поим, ами има општо значење и се приманува за растителни заедници од различен карактер и ранг, на пр. фитоценоза на борова шума, на букова шума, дабова шума и др.

Спротивно на општиот термин фитоценоза постојат други термини со кои се означуваат конкретни растителни заедници кои имаат систематски вредност (така на пр. основната систематска единица во фитоценологијата претставува асоцијацијата).

Основна и најважна работа во фитоценологијата е доброто познавање на видовите, така што секое фитоценолошко истражување без доволно познавање на видовите е научно безпредметно. Главна цел на фитоценологијата е да го уврди значењето на видот и неговиот животен облик во склопот на заедницата и да ги открие законитостите кои управуваат со поврзувањето на организмите во заедницата. Не е случајно при што деталното опишување на растителните заедници флористичкиот состав се става во преден план.

Поделба и именување на основните систематски единици (таксономски категории) во фитоценологијата

Во фитоценологијата основната флористичка, еколошка, динамичко-генетска и географска индивидуализирана вегетатиска единица, која би одговарала на видот во систематиката на растенијата, е асоцијацијата. Под поимот асоцијација се подразбира се подразбира растителна заедница која се карактеризира со одреден флористички состав и одредени еколошки услови. Слично на видот, и таа е

подредена на повисоките синтаксономски категории, какко што се сојуз, ред и класа.

Асоцијацијата не е најмалата вегетациска систематска единица. Исто како што е кај видот постојат пониски таксономски категории (подвид, вариетет, форма и слично), така и кај асоцијацијата постојат пониски категории – субасоцијација, фациес, како и географска варијанта.

Асоцијациите се имануваат на тој начин, што на основата (коренот) на името на родот, и тоа на ценолошки најважните видови, се додава наставката – **etum** (*Carex elata* – *Caric-es* – *Carecetum*). Во колку именувањето на асоцијацијата, покрај името на родот, се употребува и името на видот, во тој случај името на видот се зема секогаш во генетив (*Caricetum elatae*, *Cyperus longus-Cyperetum longi*).

Во некои случаи, за именување на асоцијацијата се употребуваат и географски имиња, но се препорачува, по можност да се избегнуваат. Во именувањето на растителните заедници на некој начин може да се следи и развитокот на фитоценологијата. Пионерите на фитоценологијата ги именувале растителните заедници според доминантните видови, кои ја одредувале физиономијата на заедницата. Исто така, при именувањето на синтаксономските единици било допуштено да се употребуваат имиња кои во себе содржат придавки, кои ги изразуваат особините на стаништето, и покрај тоа името на родот или видот, на пр. Исто така, при именувањето на синтаксономските единици било допуштено да се употребуваат имиња кои во себе содржат придавки, кои ги изразуваат особините на стаништето, и покрај тоа името на родот или видот, на пр. *Xerobrometum* (на ксерофитни станишта), *Ruderali-Secalietea* (на рудерални станишта) и слично. Но со најновиот Кодекс на фитоценолошката номенклатура со која се регулираат правилата, условите, номенклатурата и типификацијата на растителните заедници, од 1979 година употребата на таквите имиња не е дозволена.

При именувањето на асоцијациите се препорачува да се изберат или доминантините, најчестите, или врзаните видови, т.е. карактеристичните видови на асоцијацијата. Кон името на асоцијацијата се приклучува и името и презимето на авторот кој прв ја опишал заедницата, односно нивни кратенки, како и годината на објавувањето. На тој начин се одбегнуваат разните недоразбирања кои можат да се јават во врска со издвојувањето и опишувањето на заедницата.

За издвојувањето и опишувањето на асоцијацијата и другите пониски или повисоки категории, многу се значајни т.н. карактеристични и диференцијални видови. Секоја одделна асоцијација пред сè, се од одликува со присуство на т.н. карактеристични видови, а исто така и со присуство на помал или поголем број диференцијални видови.

Карактеристичните видови се врзани за една одредена заедница каде што имаат оптимум на својот развиток, иако истиот вид може да се сретне и во некоја друга заедница. Како карактеристични видови можат да бидат земени и пониските таксономски категории, како што се подвидовите, вариететите, па и формите, кои оптимумот на својот развиток точно го наоѓаат во некои растителни заедници.

Диференцијални видови – најчесто се употребуваат за разграничување на пониските таксономски категории, како субасоцијациите и др. Во ценолошки

поглед, тие не се многу тесно врзани за една асоцијација. Диференцијалните видови всушност покажуваат одредени едафски, микроклиматски или хоролошки (географски) односи и се појавуваат само во една област, од две или повеќе сродни заедници.

Асоцијациите се состојат од одделни состоини, наречени уште и асоцијациски индивидуи. Секоја состоина обично претставува хомоген исечок кој се појавува на други места, под влијание на слични надворешни услови. Таксономското место на состоината не е одредена. Од складноста на составот на состоините може да се заклучи и за еднообразноста на асоцијацијата и за нејзината варијабилност. Сликата која ние ќе си ја создадеме за една асоцијација, во толку е потполна, во колку е поголем бројот на испитуваните состоини. Секоја одделна состоина, за да може да се смета дел на асоцијацијата треба да содржи минимален број на карактеристични видови, а исто така треба да ги содржи дури и придружниците. Вкупниот број на видови не смее да се спушти под одреден минимум, кој е специфичен за секоја асоцијација.

Една вегетациска површина која припаѓа кон една одредена асоцијација или субасоцијација, може да биде попречена во својот развој од некои надворешни фактори, како што се на пр., недостаток на простор, неповолно станиште и др., така што може да ни даде непотполна слика на асоцијацијата. Ваква површина може да се означи како фрагмент на асоцијацијата.

Денес голем број на асоцијации се јавуваат во фрагментирана состојба, особено под влијание на антропогениот фактор. Така на пр. со мелиорацијата на блатните површини, големи површини од блатните заедници се среќаваат само во фрагментирана состојба.

Пониска систематска единица од асоцијацијата е субасоцијацијата. Под поимот субасоцијација се подразбира пониска синтаксономска единица, која нема свои карактеристични видови, но затоа пак се одликува со присуство на диференцијални видови. Во некои случаи, кога се во голем број, субасоцијациите може да се групираат во т.н.р. субасоцијациски групи.

Субасоцијациите се именуваат така што на основата на името на родот или името на видот се додава наставката **-etosum**. Таа наставка обично се додава на еден од поважните диференцијални видови.

Широко распространетите асоцијации често пати опфаќаат поголем број на субасоцијации, чиј развој и распространување е определен од едафските и локално-климатските услови.

Покрај субасоцијацијата, како таксономска единица се користи варијантата. Како варијанта го означуваме секое мало отклонување од типичниот облик на заедницата, кое се одликува со едно одредено групирање на видовите кои често пати се повторуваат, но при тоа тука не се присутни диференцијалните видови.

Фациесот е најниска категорија во фитоценологијата и нема посебни диференцијални видови. Тој всушност се одликува со масовен развој на еден или повеќе видови во некои состоини на асоцијацијата или субасоцијацијата. Фациесите често ја одредуваат физиономијата на една состоина и се именуваат кога на името на родот или видот се додава наставката **-osum**, на пр. *Trifoliosum resupinati*.

Сојузот се именува на тој начин што на основата (коренот) на името на одреден род се додава наставката **-ion** (*Trifolion resupinati*). Името на редот се именува на тој начин што на основата (коренот) на одреден род се додава наставката **-etalia**, а за класата се додава наставката **-etea**:

Пример: Класа – etea – *Molino Arrhenatheretea*

Ред – etalia – *Trifolio-Hordetalia*

Сојуз – ion – *Trifolion resupinati*

Асоцијација – etum – *Cynosureto-Caricetum hirtae*

Животни форми на растенијата

Паралелно со систематското подредување на растителните заедници во соодветни синтаксономски категории – сојузи, редови и класи, истовремено настанува и едно групирање на растенијата по нивните прилагодувања кон надворешната средина, односно по типовите на нивната адаптација. При тоа, видот не се разгледува само како таксономска категорија туку и како животна форма.

Под поимот животна форма се подразбира начинот на живеењето на еден одреден вид, односно неговото прилагодување кон условите на надворешната средина, изразени преку неговата градба и морфологија. Разновидните животни услови кои егзистираат во една растителна заедница резултираат појавување на разновидни животни форми кои се јавуваат во неа. Еднослојните растителни заедници, односно растителните заедници кои образуваат само еден кат, кои се истовремено изложени на екстремни надворешни услови, како што се на пример заедниците кои се развиваат покрај снег, лишајните заедници по карпите, и слично, често пати се состојат само од еден единствен облик на животни форми, или само од една единствена животна форма. Но високоорганизираните заедници, кои се одликуваат со една посложена организација (како што се на пример шумите), во нивниот состав опфаќаат бројни животни форми.

Општите поими кои се употребуваат во секојдневниот живот, како што се на пример, дрво, грмушка и други, всушност веќе означуваат животни форми. Меѓутоа класификацијата на животните форми сеуште е слабо разработена.

Постојат повеќе обиди за класификација на животните форми според различни автори, како што се Хумболт, Гризебах, Кернер и Варминг.

Денес при класификацијата на животните форми главно се дава предност на данскиот ботаничар Раункие. Системот на Раункие се одликува со едноставност и јасност, при што посебно е едноставен основниот принцип на класификација, а тоа е прилагодувањето на растенијата кон неповолниот годишен период.

При поделбата на растенијата во една одредена класа на животни форми, значајна е положбата и заштитата на пупките на малдите гранчиња за време на неповолниот годишен период, и тоа, ладната зима во ладните умерени области и топлото и суво лето во топлите краеве.

Раункеи разликувал 5 главни типа на животни форми:

1. фанерофити
2. хамефити
3. хемикриптофити
4. криптофити

5. терофити

Криптограмите (нижите растенија) при тоа не биле земен предвид.

Подоцна Раункие го зголемил бројот на класите животни форми, издвојувајќи како посебни, самостојни класи стеблени, сукулентни, епифити, халофити и хидрофити.

Раункиеовиот систем на животни форми не е сосема потполн, поради што во истиот се направени измени и надополувања. Овој систем со не многу големи измени посебно е погоден за обласите со умерена клима, како и за тропските области.

Потпирајќи се на Раункиеовиот систем, Браун-Бланке издвојува 10 класи на животни форми и го предлага следниот систем:

1. класа планктонофити – микроскопски растенија кои слободно лебдат
2. класа едафифити – почвени микроорганизми
3. класа ендифити – микроорганизми (бактерии, алги, габи и лишаи) кои го раствараат варовникот (ендолитофити); растителни паразити кои се развиваат во кората или дрвесината на растенијата (ендо ксилофити) и растителни организми кои живеат во човечкото или животинското тело и предизвикуваат болесто (ендозоофити)
4. класа терофити – едногодишни растенија кои целиот животен циклус, од никнувањето, па се до образувањето на семките или спорите, го поминуваат во еден вегетациски период. Обилно се развиваат на камењари, на ораници, лозја, ѓубришта, покрај пат и слично. Неповолниот годишен период го поминуваат во форма на семки или спори. Благодарение на тоа, како и на лесниот начин на распространување, тие се широко распространето растенија. Нивниот број е посебно голем во топлите и суви области. Чести се во субмедитеранот, а во голем број се јавуваат и во степските и пустинските области. Кон групата терофити се приклучуваат и многубројните едногодишни културни растенија.
5. класа хигрофити – растенија кои не припаѓаат кон фитопланктонот, а нивните органи за развој (расплодни пупки) неповолниот годишен период го поминуваат потопени во вода.
6. класа геофити – органите за презимување (пупки, мицелиуми) се скриени во подлогата и воопшто не се изложени, или пак се малку изложени на дејството на неповолниот годишен период.
7. класа хемикриптофити – повеќегодишни тревести растенија чии органи за презимување – пупките се наоѓаат непосредно на самата површина од почвата. Често пати се сокриени во розетки од листови или пак во бусенчиња.
8. класа хамефити – повеќегодишни тревести растенија чии пупки се наоѓаат над површината на почвата, на височина до 25 cm. Тие се заштитени со обвивка која сами ја образуваат. За представниците на оваа класа е карактеристично дека се развиваат обично во подрачја со екстремна клима, така што се сретнуваат како во многу топли, суви подрачја, така и во подрачја со многу ладна клима. Во подрачјата со

многу сува клима, пупките од овие растенија се заштитени со перничести образованија на растенијата, со лушпи, како и со изумрените горни делови на растението, додека во ладните области тие се препокриени уште и со снежна покривка.

9. класа фанерофити (дрвенести растенија) – тука спаѓаат дрвенести и грмушести растенија, чии пупки за презимување се наоѓаат на гранките и тие се над 25 cm од површината на почвата. За време на неповолниот период тие се повеќе изложени на влијанието на надворешните фактори, отколку што беше случај со претходните животни форми.

Центарот на распространување на претставниците кои припаѓаат на овие животни форми се наоѓа во тропските и субтропските подрачја. Фанерофитите кои се распространети во посеверните област се карактеризираат со една заштита која кај раличните типови е различна. Кај нижите растенија пупките често пати се заштитени од снегот со кој се препокриени. Отпорноста спрема ниските температури секако е условена од некои внатрешни, сеуште недоволно објаснето плазматични особини.

10. класа епифити по дрвја – постоењето на оваа класа директно зависи од постоењето на фанерофитите. Тие се населуваат по стеблата и гранките и се хранат со хранливи материи кои се собираат помеѓу гранките и крошните на големите тропски дрвја. Нивниот развоен центар, како и на лијаните се наоѓа во тропските прашуми.

Животните форми се во директна зависност од надворешните фактори, така што еден ист вид со промената на климатските прилики може да се приклучи и кон некоја друга класа на животни форми. Така на пример, терофитите во подрачја со ладна клима добиваат хемикриптофитна форма, хамефитите кон југ постепено попримаат нанофанерофитна форма, додека пак фанерофитите во високите планини често се сведени на хамефитни форми.

Ако флората на едно подрачје се прикаже преку животните форми и тоа изразено во проценти, се добива спектарот на животните форми. Истото може да се направи и со елементите кои ја изградуваат растителната заедница. Животните прилики на различните животни станишта условуваат развојот на различни животни форми, а тоа пак доведува до појава на различните животни спектри во различни географски подрачја.

Методологија на вегетациските истражувања

Како основа за вегетациските истражувања се зема флористичкиот состав на растителните заедници. При тоа, не е доволно само да се утврдат видовите и пониските таксони кои влегуваат во составот на една растителна заедница, туку неопходно е да се знаат и некои други параметри, како нивната бројност, доминантност, здруженост, степенот на постојаност, дали во заедницата може да се разликуваат катови, кои животни облици се присутни, нивната процентуална застапеност и друго.

Некои од овие карактеристики може да се утврдат за време на теренските истражувања на состоините на одредени растителни заедници, при правењето на вегетациските снимки. Тие се означуваат како аналитички означувања (процени).

За да се создаде вистинска слика за константноста и врзаноста на видовите за одредени растителни заедници, потребно е да се направи споредувања со други состоини од една иста заедница, или пак споредувања со други сродни заедници. При тоа се користат така наречени синтетски означувања (процени).

Аналитичките означувања (процени) се дискутирани во склоп на практичната настава по овој предмет.

Синтетски означувања (процени)

Синтетските проценки се утврдуваат со споредување на поголем број правилно проучувани состоини на некоја заедница, или со споредување на истражуваната заедница со останатите заедници од тоа подрачје.

Според Браун-Бланке најзначајни синтетски проценки за присутноста (презентноста) и постојаноста (константноста) како и врзаноста на видовите.

1. Присутноста (презентноста) и постојаноста (константноста) – присутноста означува во колку природни состоини од некоја заедница е присутен еден вид. Постојаноста (константноста) утврдува во колку точно ограничени површини (квадрати или кругови) од различни состоини од одредена заедница тој вид е постојан. Присутноста се однесува на цела состоина, додека постојаноста се однесува на одредена површина од раличните состоини. Во суштина, присутноста и постојаноста се синтетски особини без принципиелни разлики меѓу себе, кои на ралични начини го изразуваат значењето на еден вид за состоината, односно целта заедница. За разлика од нив, честотата се однесува на определени површини од една состоина и има аналитички карактер.

Присутноста се одредува на начин што се споредуваат што е можно поголем број развиени состоини од една истражувачка единица. Важно е компарираните состоини да бидат добро развиени и со доволно голема површина, како и да бидат чисти, без примеси од други заедници.

Изразувањето на степенот на присутност е или во проценти во кои еден вид се наоѓа во истражените состоини од некоја заедница, или се прикажува како дробка во која броителот означува бројот на површините во кои е присутен видот, а именителот вкупниот број на снимките.

Браун-Бланке ја даваат следната табела за степенот на присутност:

Степен на присутност	Процент на снимени површини во кои се појавува видот
I	Видот се јавува во 0-20% од снимените површини
II	20-40%
III	40-60%
IV	60-80%
V	80-100%

Најмал простор и крива на ареалот

Заедниците се разликуваат по богатството на видови. При тоа, заедниците кои се развиваат на карпи, слатки води и слично се многу сиромашни со видови, додека шумските заедници, посебно брдските и високопланиниските пасишта се побогати со видови. За фитоценолошките истражувања е значајно да се одреди најмалиот простор на кој се развива една заедница. Во зависност од типот на заедницата, просторот на кој тие се развиваат е различен.

Бројот на видовите кои влегуваат во состав на една заедница се зголемува со зголемување на нејзината површина. Тоа се потврдува на следниот начин: во координатен систем на апцисата се нанесува големината на површината, изразена во квадрати метри, а на ординатата се нанесува бројот на најдените растенија. Се даваат вредности за одредени површини, почнувајќи од 1 m² па натаму, а со точки се нанесува бројот на видовите. Со зголемување на површината, се зголемува и бројот на видовите, но на крај се доаѓа до момент кога иако површината се зголемува, бројот на видовите останува ист. Тогаш со една линија се спојуваат точките и се добива крива линија, која во почетокот расте, се до моментот кога продолжува по една хоризонтала и се добива податок од кој се гледа при која најмала површина се опфатени сите видови кои се значајни за заедницата.

Врзаност на видовите – познато е дека поедини растителни видови се врзани за одредени животни услови. При тоа, одредени видови успеваат во топлите и влажните тропски области, други на суви и топли камењари, трети во ладните тундри.

Во границите на исто климатско подрачје исто така постојат значителни разлики во животните прилики. При тоа, некои видови се развиваат само во вода, други на влажни места, трети на суви станишта и т.н.

Но исто така тие се врзани и за одредени растителни заедници. Така на пример, видовите трска и шамак се развиваат само по мочуриштата, *Trifolium resupinatum* и *Cynosurus cristatus* се развиваат во ливади, *Asperula odorata*, *Anemone nemorosa*, *Asarum europaeum* и други се развиваат само во шуми.

Врзноста на видовите кон одредена заедница не е секогаш иста, ами постојат степени на врзаност. Во тој поглед се разликуваат видови кои се скоро исклучиво врзани за една заедница, но сепак, иако доста ретко, влегуваат и во други заедници, како и видови кои се појавуваат во повеќе заедници во исто време, но најдобро им погодува само една. Покрај тоа, во една заедница можат да се најдат и видови кои следат одредена заедница, но не покажуваат посебна социолошка поврзаност, како и видови кои всушност не припаѓаат на заедницата, туку се остатоци од претходната заедница која се развивала на истиот простор, пионери на нова заедница која ќе следи, или сосема случајни примеси. Првата група Браун-Бланке ги означува као видови-пратилки, а втората се случајни, туѓи видови.

За да се одреди врзноста на одреден вид за некоја растителна заедница, треба да се споредат не само голем број снимени површини на истражуваната заедница туку да се направат споредувања и со остананите растителни заедници кои се развиваат во нејзината непосредна околина. На тој начин би се утврдило

дали некои видови се јавуваат насекаде или пак само во рамките на една заедница. Дали е еден вид врзан само за една растителна заедница може да се каже само врз основа на детали истражувања и веродостојни вегетациски табели.

Вегетациска снимка

Појдовна точка при секое вегетациско истражување претставуваат вегетациските снимки на природните состоини на некоја заедница. Во една вегетациска снимка треба да се опфатени сите особини на таа состоина, од нејзиниот флористички состав се до животните прилики на стаништето. Снимката треба да биде што попотполна и да се располага со поголем број податоци. Поради тоа, подобро е да се располага со помал број вегетациски снимки, кои се поистцрпни и попотполни, отколку да се има на располагање голем број, но непотполни и површни.

При правење на вегетациска снимка треба да се одбере што похомогена површина и да се забележат нејнеопходните податоци, како што се бројот на снимката, датумот, локалитетот, надморската висина, експозицијата, инклинацијата, обраснатоста и покровноста, висината на растителниот покров, развиеноста на катови, геолошката припадноост и петрографскиот состав, длабочината на почвата, големината на снимената површина, приближно да се забележи големината на целта состоина и друго. При тоа, потребно е да се означат влијанието на човекот и животните врз растителниот покров.

Сите еколошки мерења треба да се земаат од точно одредена површина. Потоа следува попис на сите видови во снимената површина, при што кај шумските заедници тие се опишуваат по катови. Најпосле се врши одредување на бројноста, покровноста и социјалноста, со користење на комбинираната процена на Браун-Бланке.

Вегетациските снимки се прават на толкави површини, кои би биле доволни да ги опфатат сите видови на таа состоина. Видовите кои се наоѓаат надвор од снимената површина, се ставаат во заграда.

Вегетациски табели

Основен предуслов за проучување на растителните заедници претставува вегетациската табела. Она што за поделниот растителен вид претставува дијагностички опис, тоа за асоцијацијата претставува вегетациската табела. Единствено со детално разработена табела може да се донесат исправни заклучоци за составот на растителните заедници, за нивната систематска припадноост, за нивната систематска сродност, како и за нивното значење во растителниот покров на еден простор. Заедницата треба да биде прикажана на тој начин, да може лесно да се препознае, бидејќи таа не служи само за теоретски разгледувања ами има и своја практична вредност.

За да се направи една табела потребно е да се проучат голем број состоини. Во табелата, за секоја вегетациска снимка дадени се најзначајните општи податоци, кои се прибрани за време на правењето на снимката, како што е датумот,

локалитетот, еколошките карактеристики на стаништето, големината на снимената површина, надморската височина и друго. Потоа следува пописот на видовите, при што за секој вид се дава вредност за бројноста, покривноста и задржноста, подредени по одреден принцип.

Правењето на таблеи е долготрајна, често повеќегодишна и напорна работа. Секој истражувач има обично сопствен начин на седување на табелите, кој е секогаш во зависност од големината на табелите, т.е. од бројот на видовите во заедницата.

Деталниот опис на табелите и нивната соржина е обработен на вежибте по предметот.

Фитоценоза, биоценоза, биогеоценоза

Според Сукачев (1935) под фитоценоза или растителна заедница се подразбира конкретната растителност (свкупност од растенија) на дадено место, која се наоѓа во состојба на взаемна зависност и се карактеризира со определен состав, структура и со определени взаемни односи со средината на живеење.

Взаемната зависност се определува од борбата за средствата за живот. Едни видови ја променуваат средината на живеење на други видови и на тој начин го определуваат флористичкиот состав на состојбата. Во тоа определување како најважни признаци на фитоценозата се посочуваат взаемното дејство меѓу растенијата и меѓу растенијата и средината. Сукачев не го вклучува историската условеност и самообновувањето на фитоценозата, кој како секоја природна појава има своја историска обусловеност, а агрофитоценозите и некои вештачки фитовенози немаат способност да се обновуваат.

Фитоценозата е дел од посложените природни системи – биогеоценози. Биогеоценозата се состои од екотоп и биоценоза. Екотопот е формиран од климатоп (атмосфера) и едафотоп (почва, почвено образувачка скала и подпочвена вода) (Сукачев, 1964). Главна улога за карактерот на климатопот имаат растенијата и од нив создадената фитоклима. Кај водените биогеоценози биотопот го вклучува хидротоп и аеротоп, а кај вкоренувачките видови – едафотоп, хидротоп и аеротоп. Едафотопот е едафската средина, преобразена под дејствувањето на биокомпонентите и се карактеризира со определени хемиски, физички својства и еколошко-физиолошки режим (режим на аерација, топлински режим, режим на навлажнување, режим на хранливите материи).

Биоценозата е формирана од фитоценоза, зооценоза, микоценоза и микробиоценоза. Вземното дејство меѓу организмите во биоценозата се врши не на ниво на ценозите, туку на ниво на индивидуи или популациите на видовите.

При проучувањето на функционирањето на биогеоценозите е по практично биоценозата да се подели на две групи во однос на трофичноста: автотрофи и хетеротрофи. Групата на автотрофи е претставена исклучително од фототрофи (зелени фотосинтетски растенија) и хемотрофи (ги користат хемиските соединенија како извор на енергија). Некои од хемотрофните од енергетска гледна точка се јавуваат како хетеротрофи. На пример нитрификационите бактерии како енергетски извор го користат амонијакот кој се создава со разложување на белковините. Во групата на хетеротрофите влегуваат животни, бактерии,

актиномицети, габи, паразитни и сапрофитни виши растенија, кои како енергетски извор ја користат органската материја, создадена од автотрофите, азотот, минералните материи и друго. Врската помеѓу двете трофички групи е животонеопходна не само за хетеротрофите, туку и за автотрофите, тие кои го помагаат или извршуваат (сапрофити) минерализацијата на органската материја и ги враќаат елементите во кружењето на материјата.

Границата на биогеоценозите по хоризонтала се определува од границите на карактеристичните растителни заедници. Таа може да биде остра или да претставува континуитет т.е. да претставува постепен преод. Взаемното дејство помеѓу соседните биоценози и од нив создадената биогеоценотична средина води до создавање на преодни (екотони) зони и умира на острите граници помеѓу биогеоценозата на сушата. Острите граници се повеќе исклучок отколку правило. Кај вертикален пресек на границите на биоценозите се определуваат од височината на надземните органи на фототрофите и длабочината на пробивање на нивните подземни органи. Вертикалната граница не е подложна на сезонски измени кај шумските екосистеми, додека кај тревните вертикалната горна граница вообичаено е подложна на сезонски, а често и на разногодишни промени. На тој начин се зголемува или намалува обемот на надземната средина, која се користи од биоценозите при развивање или изумирање на надземните органи. Долната граница обично не е подложна на сезонски и разногодишни промени.

За секој тип на биогеоценоза е карактеристична определна изразеност на факторите кои и дејстуваат: космички (главно сончевата радијација), атмосферски (врнежи, ветар и други), хидролошки, антропогени, релјеф, биоценотично опкружување и други.

Биогеоценозата е отворен систем; основна функционална единка на биосферата, се наоѓа под влијание на егзогени фактори и се карактеризира со определени взаемни врски биотичките и абиотичките компоненти; определен тип на размена на материјата, големина на енергетски проток, чија граница се определува од границата која е својствена за растителната заедница.

Севкупноста од биогеоценози (екосистеми) на Земјата образува биострома (најактивен дел на биосферата каде се наоѓаат живите организми) и биосферата (таа сфера на Земјата каде се наоѓаат живите организми и продуктите на нивните активности).

Фитоценозата е дел од посложен природен систем – биострома, која може да биде разгледана како отворен биолошки систем, претставувајќи суштествен дел (во материјален и енергетски однос) на посложен систем - биогеоценоза, формирана од растенија, кои се наоѓаат во сложени взаемни односи помеѓу себе и другите биокомпоненти и средината на фиксирање на енергијата во процесот на фотосинтеза со вклучување на сите биокомпоненти, извршувањето на нејзината трансформација и биолошкиот циклус на материите, и нивниот даден состав и повеќе или помалку хомогена и хомогено мозаична структура во деловите на од неа зафатеното пространство.

Формирање на фитоценозите

Со појавата на Земјата во геолошкото минато растителните организми застапувале безпределна способност за размножување кои водело кон зголемување на бројноста на индивидуите и распространување на потомството на сите погодни места. Тоа неминовно водело до ограничување на пространството за живеење, тесно зближување на видовите, взаемно дејствување и почеток на конкуренцијата за пространство и ресурси на средината.

Оделните делови од сушата и водата се разликувале по климатските и хидролошките услови, релјеф, физичко-хемиските сојства на подлогата (геолошки профил), што довело до избирање и бројно преовладување на тие видови само во тој дел, кои можат да живеат и да се размножуваат во соодветниот склоп на животни услови. Тоа е првичната причина за појавата на разнообразни растителни групирања и за хетерогеноста на растителната покривка на Земјата. Овие претпоставки можат да бидат докажани, уточнети и развиени при набљудување на разрастувањето на разорени и опожарени територии, шумски сечи, речни, езерски, ледени и морски наноси и таложења, насипи, дна на пресушени езера, нови водени басени и други.

Составот на абиотските еколошки услови, еднообразни за даден дел од земјината површина, некои истражувачи ги нарекуваат екотоп. Екотопите можат да бидат:

- првични, кои се слободни од организми и не биле подложни на нивното влијание. Како првични екотопи можат да се сметаат суви делови, ослободени со топењето на ледниците, лава која се лади, вулканска пепел, туку што образувани наноси и други. Тие екотопи се сретнуваат ретко и при обраснувањето се набљудуваат појави, соодветни на првичното населување на растителните видови.
- Вторични, кои се формираат по уништувањето на растителноста на дадено место, кога во субстратот остануваат траги од нејзиното влијание. Такви се опожарени места, сечи, ораници и други, каде почвата и семињата во неа се зачувани, заедно со микроорганизмите. Вторичните екотопи почесто се среќаваат во природата.

Разликата при обраснувањето на првичните и вторичните екотопи се сосоти во тоа што првите добиваат зачетоци од надвор, а кај вторите има присуство на мртва органска материја и соодветен број на зачетоци. Поради непрекидното размножување на растенијата и способност за распространување на зачетоците секој слободен дел од земјата обраснува побрзо или побавно, ако нема непремостливи пречки за тоа како вечен снег, ледена покривка, летална концентрација на загадувачи и други. Обраснувањето започнува со појавата на единечни пионерски видови, а нивниот видов состав зависи од следните фактори:

Екотоп

Обраснувањето на карпите при недостаток на ситнозем вообичаено се извршува од нижите растенија (бактерии, сино-зелени алги, дијатомеи и други

алги, лишаи), после кои се појавуваат мововите и вишите растенија, флората од нижите растенија е различна гранитните карпи. Кај тие екотопи обраснувањето е временски продолжен процес. Обраснувањето на покрајречните и покрајморските песоци е во зависност од тоа дали тие се суви или влажни и дали во нив има присуство на иловеста фркација. Обраснувањето на езерата зависи од длабочината, хемизмот на водата, карактеристиките на дното, степенот на подвижност на водата и т.н. Пионерската флора на ораниците зависи од тоа колку време и какви култури растенија се одгледуваат. Кај силно засолените субстрати обично пионери се халофитните видови.

Флора на соседни делови и нејзината историја

Од соседните пространства со помош на ветар, вода, животни и човекот доаѓаат различни зачетоци. При непосредна близина на шумски, ливадски и агроекосистеми е поголема веројатноста на обраснување својствено со горски, ливадски или плевелни видови. Но миграцијата на растенија на слободните субстрати може да се изврши и на големи растојанија преку водени и сувоземен транспорт.

Биолошки особености на расенијата од локалната флора

Кај пионерската флора најчесто доминираат едногодишните светлољубиви видови, приспособени кон животот на слободни субстрати и помалку конкурентни од многугодишните видови. Можат да бидат посочени многу биолошки особености, давајќи предимство на некои видови во населувањето на нови субстрати – на пример обилност и честота на плодоносење, приспособување за брзо и далечно пренесување на семето и плодовите, енергија на вегетативно размножување, `ртливост на семето и способноста за растење во сезоната која е најблагопријатна за развјот на видот, способност за брзо растење, развој и брзо усвојување на ресурсите на средината, интензивен коренов систем, одржливост на штетници, стихижни промени, порамнување и натапкување.

Екотипичниот одбор во првата фаза на обраснувањето е послаб, тој кој има достаточен слободен простор и често умира взаемното влијание меѓу растителните видови, а тие обично се доста пластични (можат да живеат при разнообразни услови на екотопот). Од таа причина обраснувањата се формираат од различни еколошки форми на растенија, некои од нив се карактеристични за конкретни животни средини. Во сите случаи на освојената територија остануваат видовите кои се приспособени на соодветните еколошки режими. Имено, тие можат да добијат нормална можност за растење и енергија за размножување. Зачетоците на останатите видови загинаваат, други остануваат во угнетена состојба (не цветаат и не се размножуваат). Така започнува диференцијацијата на видовиот состав по животоспособност и по изобилство.

Постепеното зголемување на бројот на видовите води кон доближување на надземните и подземните органи и појавување на борбата за животното пространство и ресурси при кои се случува:

1. Промена на суштествените еколошки услови при обраснувањето и преминување на екотопот во фитосредина или битоп (производна средина). Комплексот од абиотски фактори, својствени на местоположбата, како резултат на размената на материите меѓу растенијата и средината се претвара во комплекс на услови на местото за живеење кои се изменети под влијание на растенијата.
2. Појавување и взаемно влијание меѓу растенијата кое е најсуштествено и е специфичен признак на фитоценозите.
3. Заменување на екотипичниот одбор со биотопичен (фитоценоотопичен, биоценоотопичен) одбор, којшто често е посилен од екотопичниот.

Дел од пионерската флора, која е приспособена кон екотопот, се покажува дека е неприспособна кон биотопот. Честопати биотопот се претвара во поволна средина за некои видови растенија, кои претходно не можеле да заземат позиции или да живеат. Некои едногодишни видови кои преовладуваат во пионерската флора, се заменуваат со повеќегодишни, побавно растечки видови, кои создаваат средина, неблагодетелна за едногодишните. Фитоценоотичниот одбор за разлика од екотипичниот не само што може да го ограничува изборот на видови, туку може да го зголемува или заменува со нов.

Влијанието на растителните видови на екотопот започнува уште во почетокот на обраснувањето т.е. многу порано од појава на взаемното влијание меѓу растенијата. Така главниот и основниот белег на фитоценозата е наличјето (опачината) на взаемното влијание меѓу растителните видови. Со појавата на тој белег се појавува и фитоценозата и фитоценоотичниот одбор. Ако отсуствува взаемното влијание, тоа е екотопчно групирање или агрегација – собир од индивидуи, обусловен од екотипичните услови. Кога во таа групација ќе се појави, барем и слабо, взаемно влијание меѓу растенијата преку промена на средината, агрегациите се претвараат во отворени фитоценози. Во отворените фитоценози фитоценоотичниот одбор е слаб и лесно се вметнуваат индивидуи и видови, допуштени од соодветниот екотоп. Постепеното зголемување на густината води кон зголемување на взаемното влијание и претварање на отворените во склопени фитоценози со посилено изразена фитоценоотична средина и ограничен пристап на други видови и индивидуи. При понатамошното зголемување на специфичноста на фитосредината се појавуваат затворени фитоценози, во кои вметнувањето на други индивидуи и видови од локалната флора е исклучено. Разликувањето на фитоценозата од таквите зачетоци – групирања не е лесна задача, но ако се култивираат растенија на различно растојание едно од друго, можат да бидат утврдени праговите или степените на приближување, при кои средината се променува до толку што промените започнуваат да влијаат на растењето и развитокот на самите растенија.

Некои западни автори (Клементс, САД) ги разликуваат следните фази при формирањето на фитоценозите:

1. Миграција на зачетоците на слободниот субстрат.
2. Едезис или закрепнување на мигрантите на новото место (освојување на новото место).

Во таа фаза се набљудува поделената структура на фитоценозите, т.е. растнијата се оделени едно од друго, но се забележува почеток на формирање на фитосредината.

3. Агрегација – обрзување на групи од потомство на мигрантите околу мајчиното растение.

Во таа фаза обраснувањето има групно-поделена структура т.е. меѓу групите најчесто нема контакт, но влијаните врз средината е посилено изразено. Разраснувањето на групите води до појава на контакти помеѓу нив и појава на скопена групно-точкаста структура.

4. Инвазија – вметнување на растенијата од една во друга група и развивање на повеќе или помалку изразена дифузна структура.

Во таа фаза пред се доминантните видови се распределуваат доволно рамномерно.

Етапите кои се претходно разгледани во голем степен се претставени шематски. Не е посветено внимание на развитокот на останатите компоненти како микроорганизми, габи и зоокомпоненти, кои се постојани сопатници на растителните видови. Со фирмирањето на фитоценозата истовремено се почитува формирањето на биоценозата и појава на биогеноценозата или екосистемот.

Формирањето на фитоценозите е процес кој зависи од многу фактори:

1. Геолошката и културната историја на регионот;
2. Видовиот состав и историјата на флората на регионот;
3. Биолошките (пред сè способноста за размножување и раселување) и еколошките особености на видовите од таа флора;
4. Еколошката специфичност на фитосредината која се појавува и силата на фитоценолошкиот одбор;
5. Наличјето на нови мигранти, кои преживуваат и се размножуваат во создадената фитосредина;
6. Интензивноста на изумирањето на пионерските мигранти, неприспособени кон појавената фитосредина, и ослободување на место за оние кои се животоспособни;
7. Наличјето на микроорганизми, габи и соодветна фауна, кои го подржува процесот на формирање на фитоценозите.

Ако набројаните фактори се соодветни и имаат еднакво продолжително дејство, со тоа се појавуваат и соодветни фитоценози во различни екотопи, но само ако еден од факторите е различен, на соседните делови можат да се појават различни фитоценози.

Фитоценозата е закономерен состав на соодветни организми кои живаат во биотоп и се карактеризира со извесна целина, која не е аналогна на целината на одлените организми или популации, т.е. таа има свои особености и својства.

Набројаните фактори, кои дејстуваат при формирањето на фитоценозата, во исто време обусловуваат и понатамошна нивна промена и смена на едни со други фитоценози т.е. целата еволуција на растителноста.

Целообразната промена на фитоценозите, нивното подобрување или умирање се можни само при оправдани и соодветни дејствија на сите тие фактори во секој конкретен случај.